



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UNICEUB
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA – FAET

André Brandão Péres

MONITORADOR

DE

TEMPERATURA E UMIDADE DO AR

Brasília, julho de 2008.

ANDRÉ BRANDÃO PÉRES

MONITORADOR DE TEMPERATURA E UMIDADE DO AR

Trabalho apresentado ao Centro
Universitário de Brasília - UNICEUB
como pré-requisito para a obtenção de
Certificado de Conclusão de Curso de
Engenharia de Computação.

Orientadora: Maria Marony S.F.
Nascimento

Brasília, julho de 2008.

Tema: Monitoramento de temperatura e umidade do ar.

Autor: André Brandão Péres

Aprovada por:

Banca Examinadora:

Data:

RESUMO

Monitoramento de Temperatura e Umidade do Ar

É de suma importância analisar as condições climáticas ambientais, principalmente, quando se trata de produção animal, vegetal, conservação de acervos bibliotecários e mesmo no cotidiano dos seres vivos, portanto, controle ambiental adequado. O trabalho apresenta e demonstra a construção de um sistema de aquisição automatizada de dados de umidade relativa do ar e temperatura, utilizando-se de microcontrolador de dimensões reduzidas e de baixo custo. As etapas de testes, utilizando situações naturais e artificiais, bem como as metodologias desenvolvidas, apresentaram resultados que permitem concluir que o sistema pode ser utilizado com segurança e precisão no monitoramento de inúmeras condições ambientais. Os dados são apresentados em uma tela de LCD, onde poderá ser colhido, para análise das condições ambientais.

Palavras Chaves: microcontrolador, sensor, temperatura, umidade.

ABSTRACT

It is of paramount importance to analyze the environmental weather conditions, particularly when it comes to animal production, plant, conservation, library collections and even in daily life of living beings, therefore, appropriate environmental control. The work presents and demonstrates the construction of a system of automated data acquisition of relative humidity and temperature, using the microcontroller, small and low cost. The stages of testing, using natural and artificial situations, and the methodologies developed, showed results that can be concluded that the system can be used safely and accuracy in tracking many ambient conditions. The data are presented on an LCD screen, which can be collected for analysis of environmental conditions.

Keywords: microcontroller, sensor, temperature, humidity.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	8
Agradecimentos	11
Capítulo 1	12
Introdução.....	12
1.1 Motivação	14
1.2 Aspectos Gerais.....	14
1.3 Objetivos	15
1.4 Estrutura da Monografia	16
Capítulo 2.....	17
Umidade Relativa do Ar, Temperatura e Instrumentos Utilizados Para Seu Monitoramento. .	17
2.1 Higrômetro.....	20
2.2 A Medição mecânica de umidade	22
2.2.1 Higrômetro de cabelo	22
2.2.2 A medição psicrométrica de umidade.....	23
2.2.3 Higrômetro de Espelho de Ponto de Orvalho	24
2.2.4 Comparação das Diferentes Técnicas de Medição.....	25
2.3 Termômetro	25
2.3.1 Termômetro Bimetálico	25
2.3.2 Termômetro digital	27
2.3.3 Termômetro de mercúrio.....	28
2.4 Instrumento para visualizar temperatura e umidade do ar.....	29
Capítulo 3.....	30
Descrição do Hardware e Componentes	30
3.1 Funcionamento do Hardware	30
3.1.1 Introdução.....	30
3.1.2 Funcionamento do Circuito	31
3.2 O SISTEMA MÍNIMO.....	33
3.2.1 Microcontrolador.....	33
3.2.2 Microcontrolador PIC 16F628A (MICROSHIP)	34
3.2.3 Características	34
3.2.4 Pinagem do PIC16F628A	35
3.2.5 Diagrama de Blocos do PIC16F628A	36
3.2.6 Características Elétricas	37
3.3 Sensor de temperatura e umidade do ar (SHT11)	37
3.3.1 Dentro das aplicações típicas para o SHT11, se enquadram:.....	39
3.3.2 Características Técnicas:	39
3.3.3 Terminais Alimentação:.....	40
3.3.4 Terminais de Comunicação:	40
3.3.5 Diagrama de Blocos	40
3.3.6 Especificações (Interface)	40
3.3.7 Comunicação com o SHT11	41
Envio Comando	41
3.3.8 Sequência da medição	42
3.4 O display LCD	42
3.5 Montagem do Hardware.....	45
Capítulo 4.....	47
Linguagem Utilizada e Programa Gravado no Microcontrolador	47

4.1 Desenvolvimento do <i>software</i> do Monitorador de Temperatura e Umidade do Ar.....	47
Capítulo 5.....	51
Comparativo com Monitorador do Mercado.....	51
5.1 SITUAÇÃO 1- Ambiente em uma sala de escritório	52
5.2 SITUAÇÃO 2 - Ambiente de sala de escritório, com ar condicionado.....	53
5.3 SITUAÇÃO 3 – Interior de um refrigerador.	54
Capítulo 6.....	55
Testes, Validações e Resultados.....	55
7.1 Considerações Finais	57
7.2 Projetos Futuros.....	58
Referências Bibliográficas	59
APÉNDICE I – Código Fonte do Monitorador de Temperatura e Umidade do Ar.....	61

Lista de Figuras

Figura 1 - Relação entre a quantidade de vapor de d'água que ele contém e o que conteria se estivesse saturado.	16
Figura 2 - Umidade Global - 27/04/1995	17
Figura 3 - Higrômetro de bulbo seco.	18
Figura 4 - Higrômetro Grafoscópico	20
Figura 5 - Um higrômetro de cabelo.....	21
Figura 6 - Psicrômetro	22
Figura 7 - Termômetro bimetalico	24
Figura 8 - Termômetro Digital	25
Figura 9 - Termometro mercúrio.....	26
Figura 10 - Termo-Higrômetro Minipa	27
Figura 11 - Foto do Hardware do projeto	29
Figura 12 - Foto do funcionamento do hardware do projeto	30
Figura 13 - Microcontrolado PIC16F628A.....	32
Figura 14 - Pinagem do PIC16F628A	33
Figura 15 - Diagrama de Blocos do PIC16F628A	34
Figura 16 - – Pinagem do PIC16F628A e Respectivas Portas	34
Figura 17 - Sensor de temperatura e umidade SHT11	35
Figura 18 - Comparativo entre a cabeça de um fosforo e o SHT11.	36
Figura 19 - Diagrama de Blocos do SHT11	38
Figura 20 - Pinagem do SHT11	38
Figura 21 - Sequência de início da comunicação.	39
Figura 22 - LCD 16X2	40
Figura 23 - Diagrama do hardware	42
Figura 24 – Criada no PCB.....	43
Figura 25 - Placa de circuito impresso monitorador de temperatura e umidade do ar.	43
Figura 26 – Comparativa dos monitoradores	49
Figura 27 – Comparativo dos monitoradores	50
Figura 28 – Comparativo dos monitoradores.....	51
Figura 29 – Monitorador de temperatura	52
Figura 30 – Monitorador de temperatura	53
Figura 31 – Monitorador de temperatura	53

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Comparação técnica de medição	23
Tabela 2 - Descrição dos pinos SHT11.....	39
Tabela 3 - Comandos enviados ao SHT11.....	39
Tabela 4 - Módulo LCD disponíveis.....	40
Tabela 5 - Descrição da função dos pinos.....	41

Lista de Símbolos e Siglas

KB:	KiloByte
m:	mili
μ:	mili
η:	nano
W:	Watt
A:	Ampere
V:	Volt
GND:	0 V
Vcc:	5 V
OE:	Output Enable
ALE:	Address Latch Enable
CI:	Address Latch Enable
LCD:	Liquid Cristal Display
RTC:	Real Time Count

Agradecimentos

JESUS CRISTO por ter transformado minha vida, e nunca ter desistido de mim, a minha mãe que sempre me apoiou em minhas decisões a minha esposa pelo apoio e dedicação. A professora, Maria Marony, pela confiança e orientação deste trabalho. Agradeço, também, ao professor Abiezer coordenador do curso de engenharia a quem tenho admiração e respeito. Um agradecimento especial aos meus amigos, hoje já Engenheiros Marcelo Granado e Bruno Mesquita.

Capítulo 1

Introdução

A atmosfera possui propriedades e condições físicas, como temperatura, umidade, pressão, direção e velocidade de deslocamento do ar, grau de nebulosidade e quantidade de precipitação.

O conceito de ambiente é amplo, uma vez que inclui todas as condições que influenciam no desenvolvimento dos animais (ROLLER & STOMBAUGH, 1976). O ar atmosférico é um importante componente do ambiente, sendo a temperatura e a umidade relativa do ar os principais elementos psicrométricos responsáveis por dois processos importantes no desenvolvimento da produção: o aquecimento e o resfriamento. Em países de regime tropical, como o Brasil, o aquecimento torna-se o principal problema para obter alto rendimento, e em países de clima temperado, o resfriamento é um componente indesejável para o processo produtivo, pois, para cada fase da produção, são exigidas diferentes faixas de temperatura e umidade relativa. Essas medidas são de grande importância em áreas como agricultura, zootecnia e engenharia, e os fabricantes de instrumentos têm-se preocupado em oferecer grande variedade de equipamentos com aplicação nesses setores (NOBLE & LE DIVICH, 1982; LE DIVICH & REINALDO, 1989).

Todas essas propriedades mutáveis devem ser medidas com precisão toda vez que se deseje determinar o que ocorre no ar e como ele varia, caracterizando, assim, o tempo num dado momento e lugar. A exatidão

das medidas vai depender, em grande parte, da precisão do instrumental utilizado (SILVA, 2000).

A umidade relativa do ar é medida normalmente por psicrômetros¹, higrômetros² e registrada por higrógrafos, embora, atualmente, existam sensores eletroeletrônicos que também permitem o monitoramento da umidade instantânea ou contínua, quando operados com sistemas de aquisição de dados (SILVA, 2000).

Os sistemas de automação permitem monitorar e controlar o funcionamento de um sistema físico de forma segura, rápida e automática. O controle visa a monitorar tarefas rotineiras e respostas comuns a certas características do ambiente (em que, ambiente significa tudo o que existe em torno do sistema de controle, inclusive animais). Existem inúmeros exemplos de sistemas de automação de aquisição de dados, com os mais variados graus de complexidade. Todos eles, entretanto, têm alguns pontos comuns que os caracterizam.

A automação na obtenção dos dados tem gerado avanços enormes no controle de ambientes, pois permite rapidez e confiabilidade na aquisição dos dados, contribuindo para a tomada rápida de decisões (DALLY et al., 1993).

A maioria dos sistemas de automação necessita de algum tipo de parâmetro que lhes permita avaliar o estado atual do ambiente. Essa interface,

¹ **Psicrômetros:** Psicrômetro é o nome de um conjunto de termômetros usados em meteorologia. Ele é usado para medir a umidade relativa do ar e é composto por dois termômetros idênticos, um denominado termômetro de bulbo seco, e outro com o bulbo envolvido em gaze molhada, denominado termômetro de bulbo úmido (Clima Tempo, 2008 – WWW.climatempo.com.br).

² **Higrômetros:** instrumentos para medir a umidade relativa do ar.

geralmente, consiste de sensores que medem características do local, tais como temperatura, umidade relativa, intensidade luminosa e outros.

Dependendo do tipo de sensor, o sistema terá maior ou menor precisão. Uma alternativa para evitar erros de leitura desse tipo é a utilização de sensores digitais, mais modernos. O sistema digital oferece muitas vantagens em relação ao sistema analógico, pois um sinal digital é menos sensível às interferências eletromagnéticas e, além disso, o protocolo de comunicação estabelece mecanismo que permite detectar e corrigir erros de transmissão (SILVA, 2000).

1.1 Motivação

Existem no mercado brasileiro, vários outros tipos de sistemas de aquisição de dados com a mesma finalidade de obter dados meteorológicos, sendo o preço e a qualidade do produto, as características básicas para sua escolha.

A motivação para criar um sistema automatizado para medir temperatura e umidade do ar, veio pelo fato de que o mercado brasileiro não dispõe de bons monitoradores de ambientes, e os bons monitoradores são importados em sua maioria são caros.

1.2 Aspectos Gerais

O PIC16F628A³ é um microcontrolador de dimensões reduzidas e de baixo custo, facilmente programável em Assembly. Esse sistema pode ser aplicado para resolver vasta gama de problemas de controle, como, por exemplo, na indústria, em automação de processos, máquinas e equipamentos, linhas de montagem, linhas de teste, banhos químicos, controle de nível de

³ PIC16F628A – É um microcontrolado fabricado pela Microchip Technology (www.microchip.com.br).

líquidos, controle de temperatura. No comércio, como miniterminal para automação de controle de estoque, pedidos e vendas. Na segurança, no controle de acesso, alarmes, simulações aleatórias de presença, controle de portão automático. Na educação, no ensino de programação, eletrônica digital, robótica e automação de processo, trabalhos e projetos disciplinares. No setor automotivo, na confecção de alarme, bloqueador, conta-giros, medidor de consumo. Em casa, no controle de eletrodomésticos, iluminação, nível de caixa d'água, e no modelismo, como controle de mecanismos para aeromodelos, automação de ferromodelismo e automação de maquetes (SILVA, 2000).

1.3 Objetivos

A análise de custos de um projeto passa a ser um dos critérios de decisão para a sua implantação. Portanto, para atender às necessidades do mercado, o produtor rural, por exemplo, tem de adequar sua produção cada vez mais às exigências do consumidor, procurando sempre obter um produto de qualidade e ofertá-lo com maior rapidez.

Tendo em vista as necessidades do setor produtivo em disponibilizar no mercado produtos e serviços competitivos, ou seja, produtos com qualidade a baixos custos, o controle ambiental assume posição de destaque. Diante da importância desses fatores, o presente trabalho apresenta como objetivos, a construção de um sistema de aquisição de dados de temperatura e umidade de fácil utilização, utilizando linguagem de programação ASSEMBLY⁴, utilizando-se, para tal, um microcontrolador de dimensões reduzidas e de baixo custo (PIC16F628A), neste caso, buscando compará-lo com outros sistemas já existentes.

⁴ Assembly: Linguagem programação de baixo nível, em que cada instrução é escrita por meio de abreviaturas e códigos mnemônicos.

1.4 Estrutura da Monografia

Com vista a atingir as metas supracitadas, este trabalho apresenta-se desenvolvido com a seguinte estrutura:

CAPITULO 2 – Conceito sobre umidade relativa do ar, temperatura, e instrumentos utilizados para seu monitoramento.

CAPITULO 3 – Descreve o hardware e seus componentes básicos, assim como seu funcionamento.

CAPITULO 4 – Descreve as características da linguagem de programação utilizada, e apresenta um trecho do código fonte.

CAPITULO 5 – Este capítulo faz um comparativo entre o monitorador construído e um monitorador do mercado.

CAPITULO 6 – Descreve os testes e simulações feitas.

CAPITULO 7 – Conclusão.

Capítulo 2

Umidade Relativa do Ar, Temperatura e Instrumentos Utilizados Para Seu Monitoramento.

O ar atmosférico sempre contém quantidade variável de vapor de água conforme a temperatura, região, estação, etc. Esse vapor, resultante da evaporação das águas dos mares, rios e lagos, sobretudo pela ação do calor solar, sobem na atmosfera e passa a fazer parte de sua composição. Deve-se ao vapor de água diversos fenômenos relevantes na vida de animais e plantas, como a chuva, neve, etc.

O tempo depende não apenas dos ventos, mas também da umidade e temperatura. Muitas vezes no verão, nós dizemos que o ar está úmido, pesado. O ar "pesado" tem grande umidade relativa ele contém quase tanta umidade quanto pode conter. Quando um espaço contém todo o vapor d'água que pode conter à sua temperatura, sua umidade relativa é de 100 por cento. Se um metro cúbico de ar contém 7 gramas de vapor d'água, mas pode conter 14 gramas, sua umidade relativa é de 50 por cento. Umidade relativa de um volume de ar é a relação entre a quantidade de vapor de d'água que ele contém e o que conteria se estivesse saturado. (GRALLA, Preston).

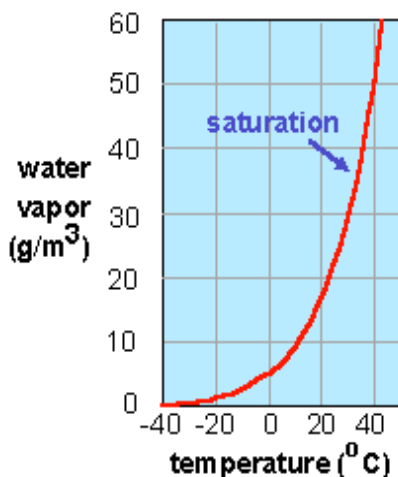


FIGURA 1 – Relação entre a quantidade de vapor de d'água que ele contém e o que conteria se estivesse saturado.

[GRALLA, Preston]. *[O Meio ambiente]*. [Quark Books],[Disponível em:<<http://br.geocities.com/saladefisica>>. Acesso em: 10 jan. 2008].

A quantidade de vapor d'água necessária para saturar um volume aumenta com a temperatura. A temperatura em que o vapor d'água fica saturado chama-se ponto de orvalho. No inverno rigoroso, ao ar livre, o ar que você expira é tão úmido que, esfriando-se bastante, pode ficar abaixo do ponto de orvalho. Então ele se condensa formando uma névoa. (GRALLA, Preston).

No frio do inverno, o ar pode conter pouca umidade; seu ponto de orvalho é baixo. No verão, o ar pode conter mais vapor d'água; portanto seu ponto de orvalho é mais alto.

Algumas vezes, no inverno, e mesmo no verão (em dias úmidos e chuvosos), o vapor d'água do ar se condensa nos vidros dos automóveis, por dentro, impedindo a boa visibilidade.

Os valores da umidade relativa, normalmente encontrados próximo à superfície da terra estão em torno de 60%; já em um deserto, onde a

temperatura sobe, por vezes, a valores maiores que 45 Graus Celsius, a umidade relativa gira em torno de apenas 15%.

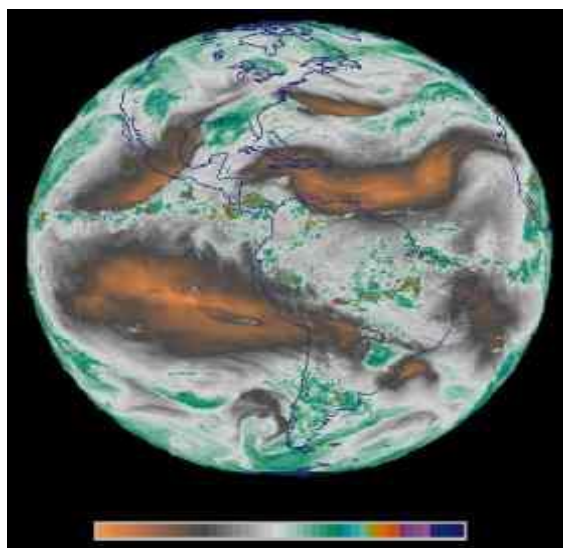


FIGURA 2 - (Umidade Global - 27/04/1995 - Castanho corresponde à baixa umidade)

[GRALLA, Preston]. *[O Meio ambiente]*. [Quark Books],[Disponível em:<<http://br.geocities.com/saladefisica>>. Acesso em: 10 jan. 2008].

Um fato interessante ligado à umidade relativa é que o homem sente-se melhor em um ambiente com umidade baixa - mesmo a despeito de forte calor - do que em lugares de umidade relativa elevada e temperaturas menores. Nestes últimos, o suor custa mais a evaporar, razão pela qual a sudorese, ainda que abundante, não provoca resfriamento sensível. Uma sudorese muito menor em ambiente de ar seco permite, ao contrário, uma evaporação rápida do suor e uma conseqüente diminuição de temperatura.

Se o homem vive em um lugar em que o ar é seco no verão, isto é, a umidade relativa é baixa, então ele sua livremente e pode suportar temperaturas superiores a 37 Graus Celsius. Num lugar de muita umidade, o homem sente calor mesmo a 25 Graus Celsius. Não é o calor, é a umidade que faz com que o

homem sinta-se mal. O conforto depende da temperatura do ar como de sua umidade relativa.

2.1 Higrômetro

Algumas substâncias com capacidade de absorver a umidade atmosférica servem como elemento básico para a construção de higrômetros. Entre elas estão o cabelo humano e sais de lítio. No higrômetro construído com cabelo humano, uma mecha de cabelos é colocada entre um ponto fixo e outro móvel e, segundo a umidade a que está submetida, ela varia de comprimento, arrastando o ponto móvel. Esse movimento é transmitido a um ponteiro que se desloca sobre uma escala, na qual estão os valores da umidade relativa. Outro tipo de higrômetro é o que se baseia na variação de condutividade de sais de lítio, os quais apresentam uma resistência variável de acordo com a água absorvida. Um amperímetro⁵ com sua escala devidamente calibrada fornece os valores de umidade do ar.

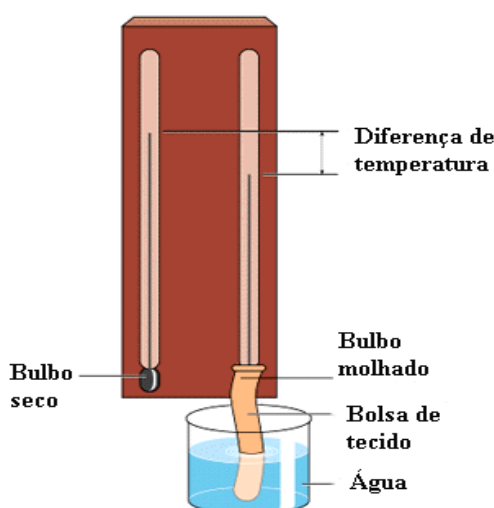


FIGURA 3 – Higrômetro de bulbo seco.

[GRALLA, Preston]. *[O Meio ambiente]*. [Quark Books],[Disponível em:<<http://br.geocities.com/saladefisica>>. Acesso em: 10 jan. 2008].

⁵ **Amperímetro:** é um instrumento utilizado para fazer a medida da intensidade no fluxo da corrente elétrica que passa através da seção transversal de um condutor.

Outra maneira de medir a umidade relativa é calcular a velocidade de evaporação da água. Para isso, dois termômetros idênticos são expostos ao ar: um traz o bulbo descoberto; outro tem o bulbo coberto por gaze umedecida. A temperatura do segundo termômetro é, pelo arranjo, inferior à do primeiro, porque a água evaporada da gaze resfria o bulbo. Quanto menor a umidade do ar, tanto maior é o resfriamento da gaze. A partir da diferença de leitura entre os dois termômetros, e com a ajuda de uma tabela, pode ser encontrado o valor da umidade relativa (GRALLA, 2002).

O ar contém um valor definido de vapor de água (g/m^3); este valor significa a umidade absoluta.

Existe um valor máximo admissível de vapor no ar. Se este valor for ultrapassado, o vapor se transformará em neblina ou, conforme o caso, em chuva.

O máximo vapor que o ar consegue absorver (100%) depende da temperatura ambiente. A umidade relativa do ar nada mais é que uma porcentagem do valor máximo admissível. A quantidade máxima possível depende principalmente da temperatura e é importante ressaltar que a umidade relativa esta sempre relacionada com a temperatura.

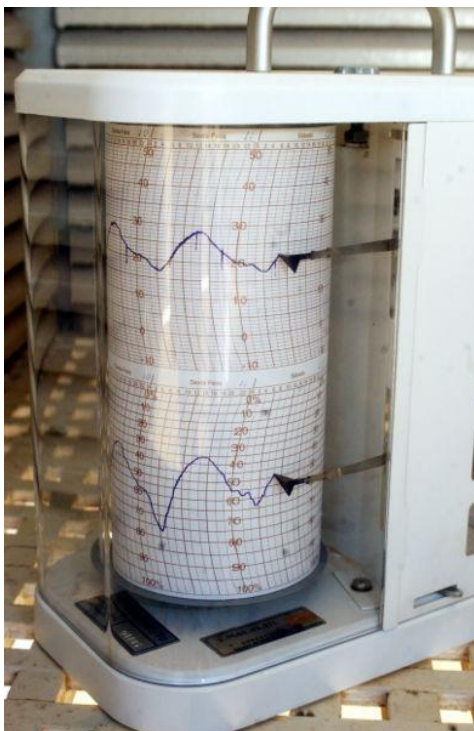


FIGURA 4 – Higrômetro Grafoscópico.< www.arikah.net> Acesso em: 15 jan. 2008.

2.2 A Medição mecânica de umidade

2.2.1 Higrômetro de cabelo

Os higrômetros de cabelo requerem manutenção regular. Para evitar o ressecamento e a quebra dos fios, os higrômetros de cabelo devem ter seus elementos de medição tratados regularmente. Este tratamento deve ser feito envolvendo a mecha de cabelo em um pano umedecido com água destilada ou borrifado com água destilada, de modo que ocorra a saturação. Após aproximadamente uma hora, se obtém o valor de medida de 98% u.r. aproximadamente. Na maioria dos instrumentos, pode-se fazer o ajuste de um ponto, através de um pequeno parafuso no mecanismo do instrumento.



FIGURA 5 - Um higrômetro de cabelo. O cabelo se contrai quando o ar fica mais seco e move o ponteiro.

<www.igarraio.pt> Acesso em 12 de abril de 2008.

2.2.2 A medição psicrométrica de umidade

Os psicrômetros funcionam com dois termômetros idênticos, muito precisos, ao longo dos quais o ar que se mede é conduzido a uma velocidade definida ou acima da velocidade na qual o ar circula. O primeiro termômetro mede o ar ambiente e o segundo a chamada temperatura de bulbo úmido. Para este propósito, o ponto de medida do termômetro é coberto por uma malha (mecha) de algodão e umedecido com água destilada. Ambos os termômetros são colocados em uma circulação de ar ou em meio de ar circulante, protegidos de calor radiante. Devido ao calor de evaporação latente, a temperatura do termômetro de bulbo úmido baixa, e baixa mais à medida que o ar estiver mais seco. Depois de um curto tempo (1 ou 2 minutos) a temperatura do termômetro de bulbo úmido permanece constante e os valores de medição dos dois termômetros (bulbo úmido e bulbo seco) podem ser lidos.

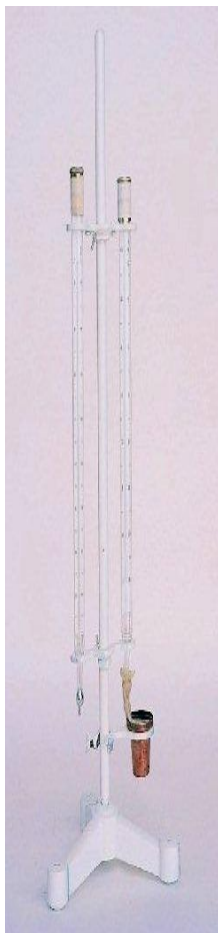


FIGURA 6 – Psicrômetro < www.labcaa.ufjf.br> Acesso em 20 de maio de 2008>

2.2.3 Higrômetro de Espelho de Ponto de Orvalho

O espelho de ponto de orvalho é um procedimento muito preciso de medição para ler a umidade relativa, onde se avalia a condensação do vapor de água quando sua temperatura abaixa além do ponto de orvalho. A temperatura de uma superfície refletida (espelho) se esfria até o ponto onde começa a condensação. A temperatura medida neste momento por uma termoresistência PT-100, corresponde à temperatura do ponto de orvalho, da qual se pode calcular a umidade relativa, por meio do cruzamento de informação com a medição da pressão de saturação e temperatura do ar. Um elemento Peltier é instalado para esfriar e se avalia a superfície refletida, usando um procedimento opticoeletrônico.

2.2.4 Comparação das Diferentes Técnicas de Medição

TABELA 1 - Comparação técnicas de medição

Comparação das Diferentes Técnicas de Medição		
Técnica	Vantagens	Desvantagens
Medição Mecânica da umidade	Operação simples Baixo custo	Tempo de resposta alto Alto custo de manutenção (papel, regeneração, etc.) Faixa de medição limitada Inércia
Psicrômetro (bulbo seco / bulbo úmido)	Grande precisão Estabilidade Confiabilidade	Manutenção contínua do sistema (umidecimento do bulbo) Erros de leitura
Sensor Capacitivo	Grande precisão Simplicidade Livre de manutenção Resposta rápida Boa relação custo/benefício	Necessária compensação de temperatura
Higrômetro de Espelho de Ponto de Orvalho	Altíssima precisão Confiabilidade Estabilidade Tempo de resposta rápido	Alto custo de aquisição Custos de manutenção (limpeza do espelho)

2.3 Termômetro

Termômetro é todo instrumento capaz de medir a temperatura dos sistemas físicos. Os tipos mais comuns de termômetros são os que se baseiam na dilatação do mercúrio. Outros determinam o intervalo de temperatura mediante o aumento da pressão de um gás ou pela curvatura de uma lâmina bi metálica. Alguns empregam efeitos elétricos, traduzidos pelo aparecimento de correntes elétricas quando o ponto de solda de dois metais diferentes é aquecido.

2.3.1 Termômetro Bimetálico

Os mais conhecidos **termômetros metálicos** baseiam-se no fenômeno da deformação termodinâmica, esse efeito acontece quando uma

barra de metal é ligada a outra de coeficientes diferente, a corrente ao atravessar (ou ser aquecida por chama) irá aquecer o conjunto de forma desigual resultando diferentes dilatações o que resultará num arqueamento da barra que pode ser usado, tanto para abrir ou fechar válvulas bem como ligar ou desligar circuitos eletricos ou no caso registrar a quantidade de corrente que atravessa a barra. Os do primeiro tipo podem ser construídos de forma semelhante aos termômetros a líquido: uma barra, retilínea ou não, ao dilatar-se, move um ponteiro registrador. Os mais usados e precisos termômetros desse tipo exploram a diferença de dilatabilidade entre materiais como latão e partes de carros, ferro e cobre, etc. Para isso, constroem-se lâminas bimetálicas de forma espiralada que se curvam conforme aumenta ou diminue a temperatura. Nesse movimento, a lâmina arrasta, em sua extremidade, um ponteiro que percorre uma escala graduada ou registra graficamente a variação de temperatura num papel em movimento. Nesse último caso, tem-se um termógrafo.



FIGURA 7 - Termômetro bimetálico< www.termometal.com> Acesso em maio de 2008.

2.3.2 Termômetro digital

Os termômetros digitais são instrumentos amplamente utilizados em empresas, destinados a medir temperatura em processos e produtos diversos, que não necessitam de uma medição constante, apenas esporádica.

Um termômetro infravermelho (também denominado de pirômetro óptico) é um dispositivo que mede temperatura sem contacto com o corpo/meio do qual se pretende conhecer a temperatura. Geralmente este termo é aplicado a instrumentos que medem temperaturas superiores a 600 graus celsius. Uma utilização típica é a medição da temperatura de metais incandescentes em fundições.

Há também os modelos de termômetros por contacto, que utilizam pontas sensoras, geralmente intercambiáveis, com modelos diferentes de sensores para cada aplicação. Exemplos de aplicações de termômetros digitais: medição de temperatura em fundições, em alimentos em restaurantes ou indústrias, em processos químicos, em estruturas, em fornos, em produtos diversos.



FIGURA 8 – Termômetro Digital< www.labmais.com.br> Acesso em abril de 2008.

Os termômetros digitais em geral podem ter aplicação industrial ou não, para monitoração constante e precisa das temperaturas de determinados equipamentos que sejam esses sensíveis a alterações de seu funcionamento,

em função de sua temperatura e/ou ambientes que necessitam de cuidados com a temperatura a exemplo disso temos a conservação de alimentos a baixas temperaturas em supermercados, como também em laboratórios biológicos para cultivo de bactérias ou outras espécies. É também utilizado versões deste equipamento com interface de raio infravermelho (INFRARED), para verificação esporádica de temperatura sem contato físico com o objeto, exemplo industrias, fórmula1, etc.

2.3.3 Termômetro de mercúrio

O termômetro de mercúrio é o mais comum. Ele consiste basicamente de um tubo capilar (fino como cabelo) de vidro, fechado a vácuo, e um bulbo (espécie de bolha arredondada) em uma extremidade contendo mercúrio.



FIGURA 9 – Termometro mercúrio<[www. mateboatica.blogspot.com](http://www.mateboatica.blogspot.com)>Acesso maio de 2008.

O mercúrio, como todos os materiais, dilata se quando aumenta a temperatura. Por ser extremamente sensível, ele aumenta de volume à menor variação de temperatura, mesmo próxima à do corpo humano. O volume do mercúrio aquecido se expande no tubo capilar do termômetro. E essa expansão é medida pela variação do comprimento, numa escala graduada que pode ter uma precisão de $0,05^{\circ}\text{C}$. É dessa forma, pela expansão do líquido, que observamos a variação da temperatura.

2.4 Instrumento para visualizar temperatura e umidade do ar

Termo-higrômetro

O termo-higrômetro é um instrumento de dupla função que indica a temperatura e umidade relativa do ar ambiente. O seu campo de aplicação é muito vasto, tais como: transporte de alimentos, armazéns de perecíveis, frigoríficos, hospitais e laboratórios, sala de computadores, etc.



FIGURA 10 – Termo-Higrômetro Minipa< www.planetanews.com>Acesso em janeiro de 2008

Capítulo 3

Descrição do Hardware e Componentes

A importância de manter níveis corretos de umidade relativa em ambientes climatizados ou refrigerados é tão grande quanto à preocupação com a temperatura.

É muito agradável entrar num ambiente com temperatura adequada e constante, mas nem sempre encontramos essa situação nos locais de trabalho. Do mesmo modo, grandes indústrias ou pequenos estabelecimentos comerciais poderiam conservar por mais tempo seus produtos, evitando o desperdício de energia, se estivessem atentos à importância do controle da umidade.

Nas grandes cidades, alterações no grau de umidade do ar podem ser notadas freqüentemente. Foi isso que aconteceu há alguns meses, quando o ar da cidade de São Paulo acusou um dos mais baixos índices de umidade já registrados e isso causou alergias respiratórias, irritações nos olhos e garganta, mal-estar.

Hoje já se sabe que o conforto térmico garante o bem-estar e está ligada diretamente a um melhor desempenho e maior produtividade no ambiente de trabalho.

3.1 Funcionamento do Hardware

3.1.1 Introdução

O projeto tem como objetivo a construção de um monitorador para a aquisição de dados de umidade e temperatura do ar utilizando um

microcontrolador de dimensões reduzidas de baixo custo e facilmente programável.

3.1.2 Funcionamento do Circuito

Ao ligar o circuito, o sistema começa fazer a leitura de temperatura e umidade através do sensor SHT11⁶ (fabricado pela alemã SENSIRION⁷), e a mostrar esses valores lidos na tela do display.



FIGURA 11 - Foto do Hardware do projeto.



FIGURA 12 - Foto do funcionamento do hardware do projeto.

⁶ SHT11: Sensor de temperatura e umidade relativa do ar digital.

⁷ Sensirion: Fabricante de produtos eletrônicos.

Devido à precisão do sensor, a temperatura fica alternando constantemente, medindo a cada segundo os novos valores e apresentando no LCD.

3.2 O SISTEMA MÍNIMO

O Sistema Microcontrolado é o corpo do projeto a parte central, e é responsável pela execução das principais funções, o monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar. O sistema é composto um microcontrolador PIC16F628A, o sensor de umidade e temperatura SHT11, LCD 16X2 (dezesesseis colunas por duas linhas), placa de circuito impresso e componentes, tais como resistores capacitores e regulador de tensão.

3.2.1 Microcontrolador

Um microcontrolador é um componente que tem, num único chip, além de uma CPU, elementos tais como memórias ROM e RAM, temporizadores/contadores, PWM, conversor A/D, canais de comunicação e conversores analógico-digitais. Esta característica diferencia os sistemas baseados em microcontroladores daqueles baseados em microprocessadores, onde normalmente se utilizam vários componentes para implementar essas funções. Com isso, os microcontroladores permitem a implementação de sistemas mais compactos e baratos do que aqueles baseados em microprocessadores.

Em contrapartida, as CPUs dos microcontroladores são, menos poderosas do que os microprocessadores. Seu conjunto de instruções costuma se limitar às instruções mais simples, sua frequência de clock é mais baixa e o espaço de memória endereçável costuma ser bem menor. Vê-se daí que o campo de aplicação dos microcontroladores é diferente daquele dos microprocessadores, e que um sistema que possa ser controlado por um microcontrolador tende a ter menor complexidade e menor custo do que um sistema que exija a capacidade de processamento de um microprocessador.

3.2.2 Microcontrolador PIC 16F628A (MICROSHIP)

O PIC16F628A é um microcontrolador fabricado pela MICROSHIP TECHNOLOGY, com as seguintes características:

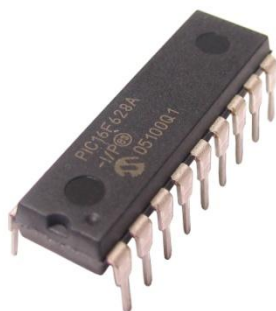


FIGURA 13 – Microcontrolador PIC16F628A< www.engcomper.com.br> Acesso em junho de 2008.

3.2.3 Características

- Composto de 18 pinos;
- Possui somente 35 instruções no seu microcódigo;
- Sinal de clock de frequência de até 20 MHz;
- Memória de programa do tipo FLASH de 20 48 words (1 word= 32bits);
- 224 bytes de memória RAM para dados;
- 128 bytes de memória EPROM para dados;
- Instrução de 14 bits, com 20 ns de execução;
- Dados de 8 bits para endereço de memória;
- 15 registradores especiais;
- 16 pinos os quais pode ser configurados com entrada e/ou saída.

3.2.4 Pinagem do PIC16F628A

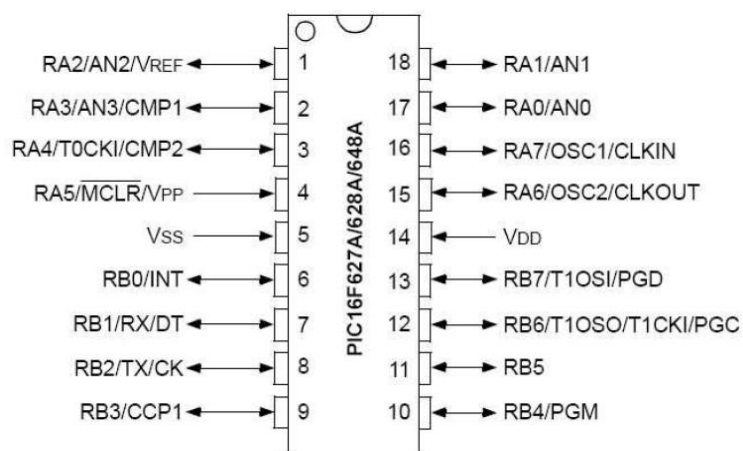


FIGURA 14 – Pinagem do PIC16F628A < www.antrak.org.tr > Acesso em maio de 2008.

Os pinos de RA0 a RA7 pode ser configurados como entradas ou saídas digitais. A alimentação se da pelo pino Vdd, ligado normalmente a 5 volts com faixa de tolerância de 2V a 6V e o pino Vss é o referência de terra. O pino OSC1/CLKIN é utilizado para o sinal de clock produzido por um cristal externo e o pino OSC2/CLKOUT para sinal de clock por cristal. O pino MCLR é uma entrada de sinal de reset em nível baixo (zero). O PIC16F628A é composto pelos sub sistemas digitais conforme diagrama de blocos da figura 15.

3.2.5 Diagrama de Blocos do PIC16F628A

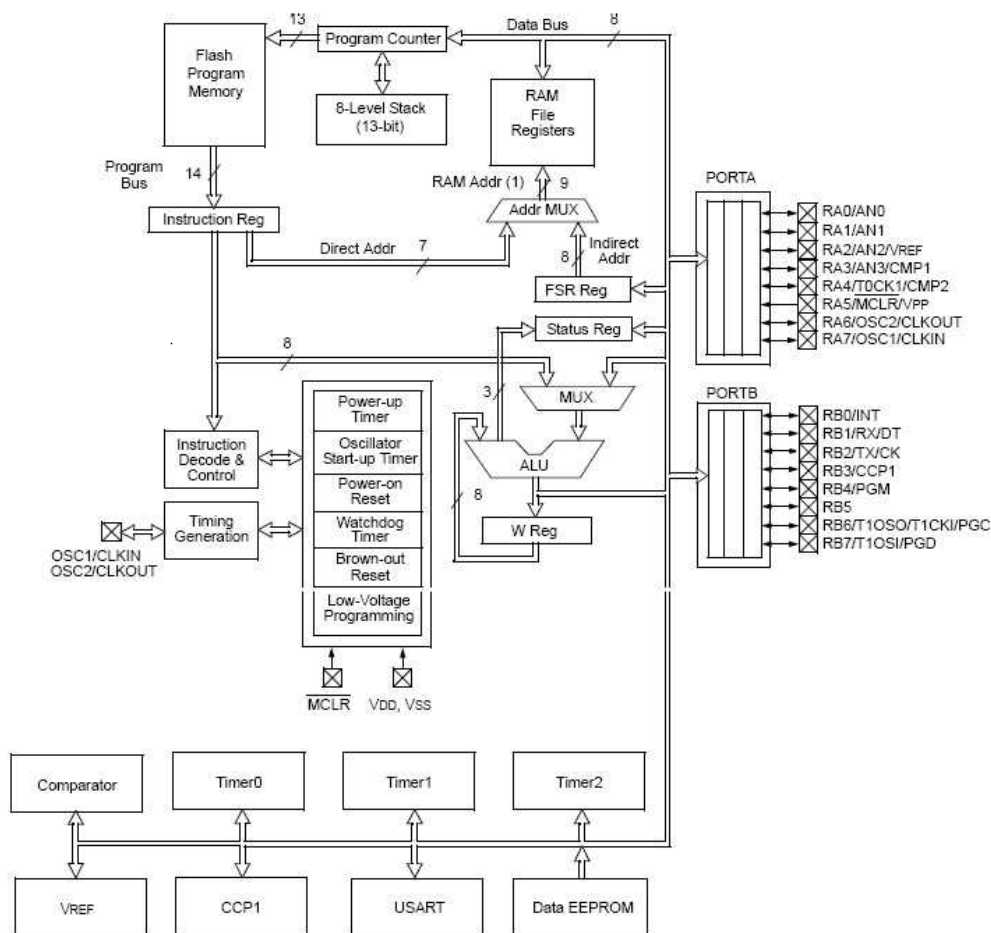


FIGURA 15 – Diagrama de Blocos do PIC16F628A < www.leopoldina.cefetmg.br> Acesso em maio 2008.

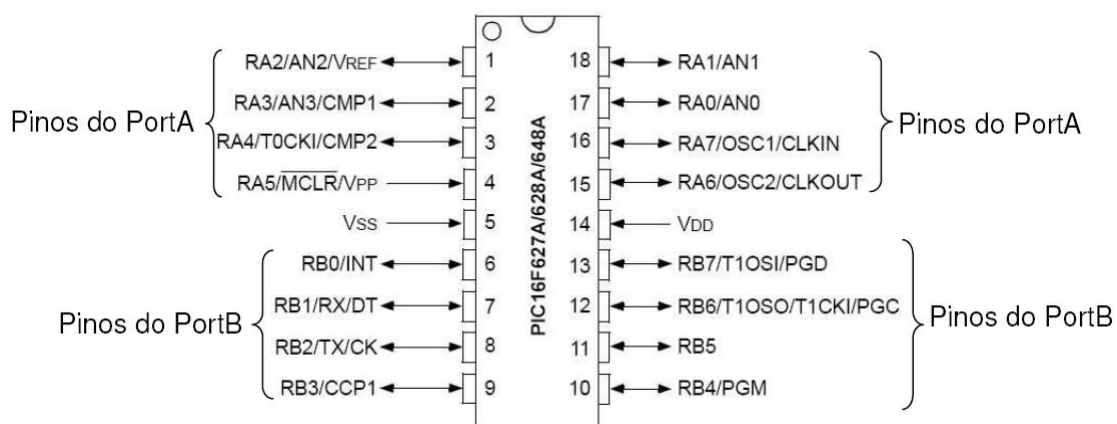


FIGURA 16 – Pinagem do PIC16F628A e Respectivas Portas. < www.leopoldina.cefetmg.br> Acesso em maio 2008.

3.2.6 Características Elétricas

• Temperatura de trabalho	-40°C até +125°C
• Temperatura de armazenamento	-65°C até 150°C
• Tensão de trabalho	3.0V a 5.5V
• Voltagem máxima no pino Vdd (em relação ao Vss)	-0.3V até 6.5V
• V. máxima no pino MCRL (em relação ao Vss)	-0.3V até 14V
• V. max. nos demais pinos (em relação ao Vss)	-0.3V até (Vdd + 0.3V)
• Dissipação máxima de energia	800 mW
• Corrente máxima de saída no pino Vss	300 mA
• Corrente máxima de entrada no pino Vdd	250 mA
• Corrente máxima de entrada de um pino (quando em Vss)	25 mA
• Corrente máxima de saída de um pino (quando em Vdd)	25 mA
• Corrente máxima de entrada do PORTA	200 mA
• Corrente máxima de saída do PORTA	200 mA
• Corrente máxima de entrada do PORTB	200 mA
• Corrente máxima de saída do PORTB	200 mA

3.3 Sensor de temperatura e umidade do ar (SHT11)

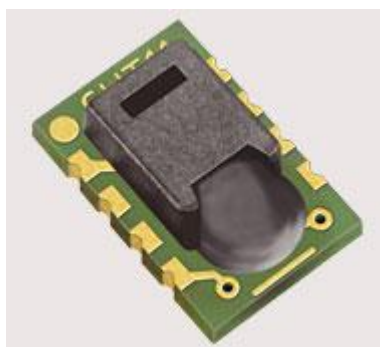


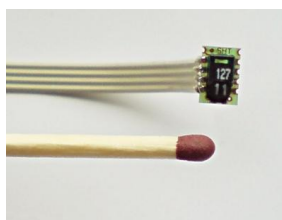
FIGURA 17 – Sensor de temperatura e umidade SHT11<[www. avrtools.co.kr](http://www.avrtools.co.kr)> Acesso em março de 2007.

O Sensor SHT11 é um circuito integrado para a medição de temperatura e umidade relativa de alta precisão, com uma saída digital de fácil leitura e interpretação.

Este dispositivo inclui um elemento sensor de polímero capacitivo para a medição da umidade. Ambos os elementos de medição estão conectados a um conversor analógico digital de 14 bits e a um circuito de interface serial contido dentro do mesmo chip. Com isso se obtém medições rápidas, precisas e imunes a perturbações externas, tudo isso com um preço muito competitivo, se comparado a outros sensores do mercado.

Cada sensor SHT11 é calibrado de forma individual, utilizando um higrômetro de alta precisão como referência, para obter uma série de coeficientes de calibração, que são gravados em uma memória OTP e utilizados durante a medição, a fim de calibrar o sinal da saída do módulo.

O circuito tem uma interface simples, muito adequado para utilização em sistemas baseados em microcontroladores, tem um tamanho reduzido, baixo consumo de energia.



FUGURA 18 – Comparativo entre a cabeça de um fosforo e o SHT11.<www.octopart.com>Acesso em março de 2007.

3.3.1 Dentro das aplicações típicas para o SHT11, se enquadram:

- Indústria automotiva;
- Estações metrológicas;
- Umidificadores;
- Desumidificadores;
- Sistemas de medição;
- Registradores de temperatura e umidade;
- Automação;
- Equipamentos médicos.

3.3.2 Características Técnicas:

- Voltagem de Alimentação = 2.4 – 5.5 VDC.
- Variação de temperatura = -40°C a 123.8 °C
- Precisão (Temp.) = + / - 0,5 ° C a 25 ° C
- Variação de umidade = 0% o 100%
- Precisão (umidade) = +/- 3.5% UR
- Reduzido consumo de Energia (30 µW tip.)
- 2 linhas de comunicação serial.
- Geração automática do CRC.
- O SHT11 utilizado apenas quatro (04) terminais, dois (02) para a alimentação e dois (02) para a comunicação.

3.3.3 Terminais Alimentação:

O SHT11 requer uma fonte alimentar VDC entre 2,4 e 5,5 VDC que conecta VDD entre os terminais (positivo) e GND (Referência). Depois ignição requer um 11 ms pendentes antes de começar a enviar comandos.

3.3.4 Terminais de Comunicação:

A interface de comunicação serial síncrona usada pelo SHT11 é otimizada para leitura do sensor. Ele identifica dois terminais: SCK e dados. O terminal SCK é usado para sincronizar comunicação entre um microcontrolador e do módulo.

3.3.5 Diagrama de Blocos

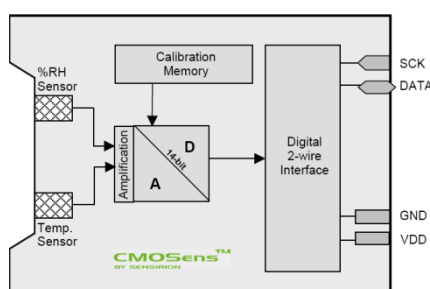


FIGURA 19– Diagrama de Blocos do SHT11< www.sensirion.com.br> Acesso em março de 2007.

3.3.6 Especificações (Interface)

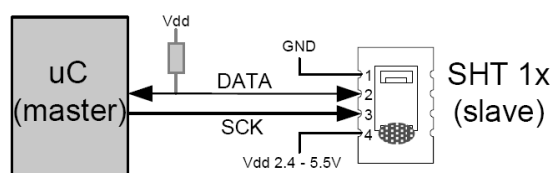


FIGURA 20 – Pinagem do SHT11< www.sensirion.com.br> Acesso em março de 2007.

TABELA 2 –Descrição dos Pinos SHT11 < www.sensirion.com.br> Acesso em março de 2007.

Pin	Name	Comment
1	GND	Ground
2	DATA	Serial data bidirectional
3	SCK	Serial clock input
4	VDD	Supply 2.4 – 5.5V

3.3.7 Comunicação com o SHT11

Envio Comando

Para iniciar uma transferência, envia-se o boot seqüência mostrado na figura. 21. Este consiste no seguinte procedimento:

- Coloca-se a linha SCK em estado alto e posteriormente no pino DATA e baixo.
- Produz-se um pulso em SCK (alta e baixa - e, em seguida, baixa a alta).
- Na linha DATA, se coloca novamente em alto preservando o estado do SCK.

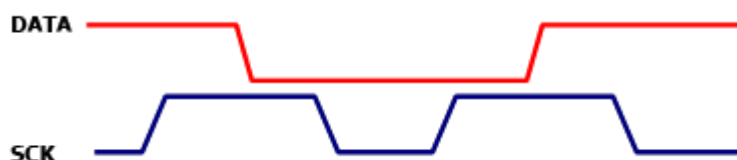


Figura 21 – Seqüência de início da comunicação. < www.sensirion.com.br > Acesso em março de 2007.

Posteriormente, se deve enviar um comando cujos primeiros bits são “000” e os seguintes cinco bits (05) dependerão da ação realizada conforme se mostra na figura 5. Por exemplo, para efetuar a medição da temperatura no microcontrolador deve ser enviado o comando “00000101”

Command	Code
Reserved	0000x
Measure Temperature	00011
Measure Humidity	00101
Read Status Register	00111
Write Status Register	00110
Reserved	0101x-1110x
Soft reset , resets the interface, clears the status register to default values wait minimum 11ms before next command	11110

Tabela 3 - Comandos enviados ao SHT11. < www.sensirion.com.br> Acesso em março de 2007.

3.3.8 Seqüência da medição

Logo que for enviado o comando de medição (ver figura das linhas), o microcontrolado deve esperar que a medição seja completada, o que demora por volta de 11ms a 210ms.

3.4 O display LCD

Os módulos LCD são interfaces de saída muito úteis em sistemas micro processados. Estes módulos podem ser gráficos e a caráter. Os módulos LCD gráficos são encontrados com resoluções de 122x32, 128x64, 240x64 e 240x128 dos pixel, e geralmente estão disponíveis com 20 pinos para conexão. Os LCD comuns (tipo caráter) são especificados em número de linhas por colunas e são encontrados nas configurações previstas na Tabela 1.



FIGURA 22 – LCD 16X2< www.soldafria.com.br> Acesso em fevereiro de 2008>

Tabela 4 - Módulos LCD disponíveis

Número de Colunas	Número de Linhas	Quantidade de pinos
8	2	14
12	2	14/15
16	1	14/16
16	2	14/16
16	4	14/16
20	1	14/16
20	2	14/16
20	4	14/16
24	2	14/16
24	4	14/16
40	2	16
40	4	16

Os módulos podem ser encontrados com *LED backlight*⁸ (com uma iluminação de fundo) para facilitar as leituras durante a noite. Neste caso, a alimentação deste led⁹ faz-se normalmente pelos pinos 15 e 16 para os módulos comuns e 19 e 20 para os módulos gráficos, sendo os pinos 15 e 19 para ligação ao anodo e os pinos 16 e 20 para o catodo. A corrente de alimentação deste led varia de 100 a 200mA, dependendo do modelo.

Estes módulos utilizam um controlador próprio, permitindo sua interligação com outras placas através de seus pinos, onde deve ser alimentado o módulo e interligado o barramento de dados e controle do módulo com a placa do usuário.

Naturalmente que além de alimentar e conectar os pinos do módulo com a placa do usuário deverá haver um protocolo de comunicação entre as partes, que envolve o envio de bytes de instruções e bytes de dados pelo sistema do usuário.

A Tabela 5 descreve cada pino do módulo ou do *display* para conexão deste e outras placas:

⁸ Backlight: Luz de fundo (iluminação do LCD).

⁹ LED: é a sigla em inglês para Light Emitting Diode, ou Diodo Emissor de Luz.

Tabela 5 – Descrição da função dos Pinos

Pino	Função	Descrição
1	Alimentação	Terra ou GND
2	Alimentação	VCC ou +5V
3	V0	Tensão para ajuste de contraste (ver Figura 1)
4	RS Seleção:	1 - Dado, 0 - Instrução
5	R/W Seleção:	1 - Leitura, 0 - Escrita
6	E Chip select	1 ou (1 → 0) - Habilita, 0 - Desabilitado
7	B0 LSB	Barramento de Dados
8	B1	
9	B2	
10	B3	
11	B4	
12	B5	
13	B6	
14	B7 MSB	
15	A (qdo existir)	Anodo p/ <i>LED backlight</i>
16	K (qdo existir)	Catodo p/ <i>LED backlight</i>

3.5 Montagem do Hardware

O microcontrolador é responsável por obter as leituras da umidade e temperatura do sensor SHT11. Na figura 23 temos o esquema de como foi montado o circuito, que consta basicamente de um PIC16F628A e o sensor SHT11. No esquema pode-se observar que toda montagem foi feita de acordo com as orientações dos fabricantes, do sensor e do microcontrolador.

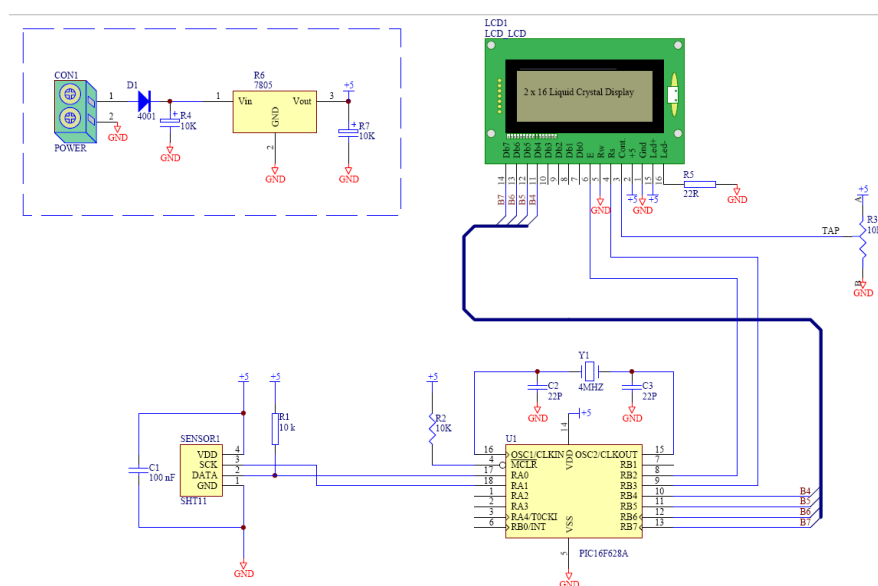


Figura 23 - Diagrama do hardware < www.turkengineers.com > Acesso em maio de 2007.

Na figura, segue o desenho da placa feita no software PCB. Este programa gera também o desenho para ser impressos em uma transparência adesiva, onde podemos passar para uma placa de fenolite¹⁰, e mergulhá-la em uma solução acida, para a imagem ficar gravada na placa para montagem do circuito. Depois de confeccionada a placa, foi soldado todos os componentes de acordo com a instrução dos fabricantes.

¹⁰ Fenolite: é um laminado industrial, duro e denso, feito por aplicação de calor e pressão em camadas de celulose impregnadas com resinas sintéticas (fenólicas).

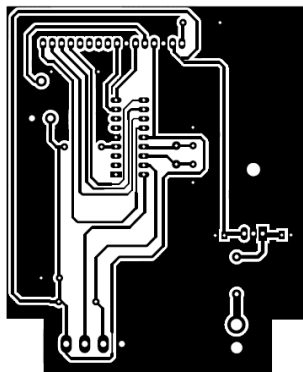


Figura 24 - criada no PCB – Maio de 2008

Na figura 25, é apresentada a placa de circuito impressa confeccionada

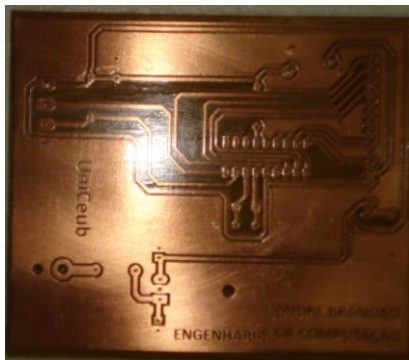


Figura 25 – Placa de circuito impresso monitorador de temperatura e umidade do ar. <Tirada por Andre Brandão Maio de 2008>

Capítulo 4

Linguagem Utilizada e Programa Gravado no Microcontrolador

A principal motivação para o uso da linguagem assembly, deve-se a quantidade de bibliografias existentes e por ser uma linguagem de programação que permite comunicação fácil e clara com a máquina. Outra razão é que programas assembly são mais rápidos, menores e mais poderosos do que os criados com outras linguagens.

Uma das características da linguagem assembly, é que cada linha de código fonte possui apenas uma instrução para o processador. Por exemplo, *MOV EAX,EDX* irá mover o conteúdo do registrador EDX para o registrador EAX. Neste caso, a instrução "MOV" é chamada de mneumônico. Os mneumônicos são os "apelidos" das instruções, mais fáceis de guardar na memória do que seu valor hexadecimal exigido pelo processador (Manzano, 1998).

Dessa forma, escreve-se o código fonte e a máquina faz exatamente o que é programado, assegurando maior controle, e tornando o programa enxuto, rápido e altamente eficiente (Manzano, 1998).

4.1 Desenvolvimento do *software* do Monitorador de Temperatura e Umidade do Ar.

Para o desenvolvimento do *software* empregou-se a ferramenta de desenvolvimento "Mplab". Essa ferramenta apresenta grande facilidade na

programação. Para o desenvolvimento do software do monitorador fez-se pesquisa, da linguagem de programação em C e *Assembly*. A utilizada foi o *Assembly*.

Com a inicialização do monitorador (ligando na fonte de alimentação), o software, colhe os dados captados pelo sensor. A partir deste processo, inicializa o processo de leitura da umidade relativa e temperatura, após finalização desse processo, o dados são enviados ao microcontrolador que calcula dos dados em algoritmo pré estabelecido, logo após, o microcontrolador envia os dados onde serão apresentados em uma tela de LCD (16X2). Abaixo trecho do código fonte.

```

.***** Monitorador de Temperatura e Umidade *****
;
;----- ROTINAS DO SENSOR UMEDEDE E TEMPERATURA SHT11 ----
;*****
;
;Comandos:
;
;sht11_Humedad      :Leitura da Umidade em 16bits mostrando a ;umidade em RH
;sht11_Set8bits     :Configurando o Sensor pra trabalhar em modo de ;8 bits
;sht11_Set14bits    : Configurando o Sensor pra trabalhar em modo de 14 ;bits
;sht11_Reset       :Reinicia do sensor SHT11
;
;
;
;-----
; Revision : 1.00   Feito: 6/1/2005   Programa para : PIC16F628
; CPU Clock : 4 MHz           tempo de Instrução : 1uS
; Code Prot : OFF            cfg USART rs232 ; none
; Autor : Daniel C. Martin PIC 16F877/ Adaptado para o PIC 16F628A por André ;Brandão
;*****
;
sincbit    EQU    0x50      ;contador envio de bits

```



```

Wdata      EQU    0x51      ;variavel de intercambio de datos
CMDData     EQU    0x52      ;variável de comandos
RXmsb       EQU    0x53      ;registros de repetição de dados
RXlsb       EQU    0x54
RH          EQU    0x55      ;Porcentagem de Umidade Relativa

```

```

ACCaLO      equ     0x61      ;Variável de Calculo
ACCaHI      equ     0x60
ACCbLO      equ     0x63
ACCbHI      equ     0x62
ACCaLO      equ     0x65
ACCaHI      equ     0x64
ACCaLO      equ     0x67
ACCaHI      equ     0x66
temp        equ     0x68
Flags       equ     0x69

```

```

;Comandos rapidos-----

```

```

sht11_Humidad ;LEITURA UMIDADE 2 bytes

```

```

    call  SHT11_start  ;Inicio de transmissão
    movlw b'00000101'
    call  SHT11_CMD    ;Envio: Leitura da Umidade
    call  waitACK      ; sensor
    call  adqtime      ;espera para passar tempo aquisição dados
    call  readMSB      ;lê byte alto
    call  setACK
    call  readLSB      ;lê byte baixo
    call  setNACK
    call  CalcRH       ;Calcula %RH e ajusta linearidade
                        ;retorna variavel RH com dado
    return             ;Retorna

```

No trecho de código fonte acima é possível ver como se dá início a leitura da umidade e temperatura através do sensor SHT11. Após dá se início ao comando de inicialização do LCD, para apresentação dos dados.

Capítulo 5

Comparativo com Monitorador do Mercado

Hoje no mercado brasileiro, existe uma infinidade de monitoradores de temperatura e umidade do ar, muitos deles, conjugado em um só aparelho a medição de temperatura e umidade do ar, mais conhecidos como termo-higrômetro. Vale ressaltar que existem bons aparelhos, mas em sua maioria são aparelhos caros, e os que possuem preços acessíveis, possuem baixa precisão e retorno dos dados.

Para fazer este comparativo, foi realizada a monitoração de uma sala, e o monitorador desenvolvido está em condições iguais a outro monitorador, o MINIPA MT-242, adquirido, para a comparação no projeto. A seguir são apresentadas as situações as quais foram submetidas os dois monitoradores. Nesta, o monitorador do projeto é chamado de **MTP** e o monitorador comercial de **MINIPA**. A hora registrada é a mesma para os dois monitoradores.

Abaixo algumas características do termo-higrômetro MINIPA MT-242:

- Termo Higrômetro destinado para medida e monitoramento de temperatura e umidade ambiental.
- Possui função Máx/Mín de leitura e relógio integrado.
- Display: Triplo
- Ambiente de Operação: De 0°C a 50°C
- RH: < 95%
- Ambiente de Armazenamento: De -20°C a 60°C
- RH: < 95%
- Alimentação: 1 Pilha AAA
- Faixa de Temperatura: 0°C ~ 50°C (32°F ~ 122°F)
- Precisão: 0°C ~ 40°C ± 1°C 40°C ~ 50°C ± 2°C 32°F ~ 104°F ± 2°F 104°F ~ 122°F ± 4°F
- Resolução: 0.1°C / 0.1°F
- Umidade: Faixa: 5% ~ 19% (Indicação LO) 20% ~ 90% (Display com Dois Dígitos) 91% ~ 95% (Indicação HI) Precisão: 5% ~

- 24% \pm 10%
 25% ~ 80% \pm 5% somente para 20°C ~ 30°C
 25% ~ 60% \pm 5% 61% ~ 95% \pm 10% Resolução: 1%
- Função Máx/Mín: Leitura Máxima e Mínima

5.1 SITUAÇÃO 1- Ambiente em uma sala de escritório.

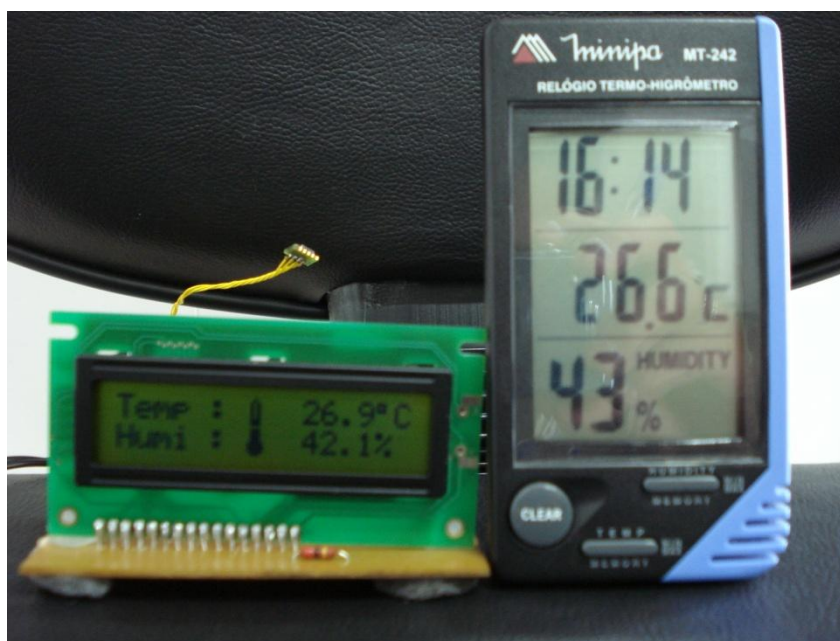


FIGURA 26 – Comparativo dos monitoradores<Foto tirada por André Brandão>

MTP	MINIPA
Hora do registro: 16hs 14min 36s	Hora do registro: 16hs 14min 36s
TEMP: 26,9 °C	TEMP: 26,6 °C
HUMID: 42,1 %	HUMID: 43%

Observações Situação 1: Em situações normais, a diferença nas medições de temperatura é pequena, e a umidade tem uma variação acima de 1%.

5.2 SITUAÇÃO 2 - Ambiente de sala de escritório, com ar condicionado.



Figura 27 – Comparativo dos monitoradores<Foto tirada por André Brandão>

MTP	MINIPA
Hora do registro: 16 hs 22m e 44s	Hora do registro: 16 hs 22m e 44s
TEMP: 17,9 °C	TEMP: 21,4 °C
HUMID: 54.5 %	HUMID: 42%

Observações Situação 2: Nesta ocasião, ficou claro que os monitoradores exposto a variação de temperatura brusca, o MTP, se sai melhor, pois apresenta um tempo de resposta imediato a variação da temperatura e umidade, já o MINIPA, demora para marcar a real temperatura.

5.3 SITUAÇÃO 3 – Interior de um refrigerador.



FIGURA 28 – Comparativo dos monitoradores<Foto tirada por André Brandão>

MTP	MINIPA
Hora do registro: 21hs 55min 15s	Hora do registro: 21hs 55min 15s
TEMP: -12,0 °C	TEMP: 21,8 °C
HUMID: 53.1%	HUMID: 22%

Observações Situação 3: Os dois monitoradores, foram colocados dentro do refrigerador por aproximadamente um minuto, sendo que o MTP, registrou temperaturas negativa, e o MINIPA, demorou para ter sua temperatura diminuída. Foi observado também que o MTP, apresentou algumas falhas em apresentar os dados a temperaturas muito baixas, por períodos prolongados, houve falhas nos pixels do LCD.

Capítulo 6

Testes, Validações e Resultados

Foi possível realizar o monitoramento da temperatura e umidade do ar com o hardware construído, os dados foram apresentados com precisão no display de LCD, conforme o objetivo deste projeto, a seguir as amostras dos resultados.

Primeira Leitura de temperatura e umidade realizada em meu escritório no dia 18 de maio de 2008:



FIGURA 29 - Monitorador de Temperatura<Foto tirada por André Brandão>

Medidas feitas pelo monitorados às 15hs e 29 min.

TEMPERATURA: 18,6 °C

UMIDADE: 53,5%

Segunda Leitura de temperatura e umidade realizada em minha empresa (SRTVS 701 BL "O" SALA 334) no dia 25 de maio de 2008, nesta ocasião o condicionador de ar estava ligado em sua potência máxima.



FIGURA 30 - Monitorador de Temperatura<Foto tirada por André Brandão>

Medidas feitas pelo monitorados às 16hs e 35 min.

TEMPERATURA INSTANTÂNEA: 26,9 °C

UMIDADE: 45%

Terceira Leitura de temperatura e umidade realizada em minha empresa no dia 25 de maio de 2008, nesta ocasião monitorador foi exposto a temperaturas do meio externo.

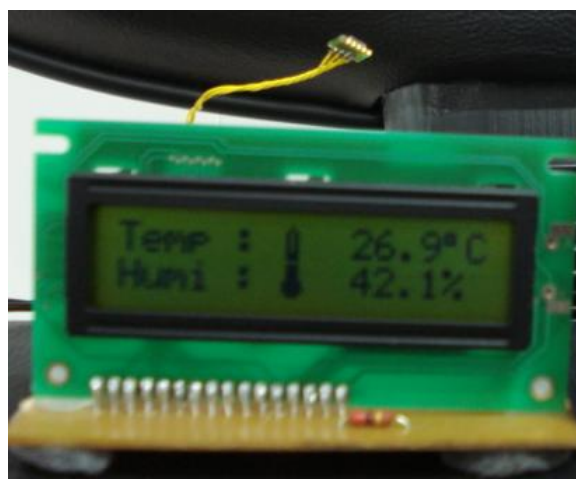


FIGURA 31 - Monitorador de Temperatura<Foto tirada por André Brandão>

Medidas feitas pelo monitorados às 16hs e 55 min.

TEMPERATURA INSTANTÂNEA: 26,9 °C

UMIDADE: 42,1%

Capítulo 7

Conclusão

7.1 Considerações Finais

Os progressos industriais, agrícolas, científicos, e a exigência cada vez maior na qualidade dos produtos desenvolvidos ou cultivados, trazem a necessidade constante de desenvolvimento de novos sistemas de controle e principalmente o emprego de sistemas digitais.

Com a utilização do sensor SHT11, microcontrolador PIC16F628A, e outros componentes, juntamente com o *software* desenvolvido para o Monitorador, e a tecnologia digital reunida, resultou-se em um sistema automatizado de coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar de alta precisão.

Por fim, o Monitorador de Temperatura e Umidade do Ar, demonstrou ser um projeto com a necessidade de um enorme esforço e uma grande quantidade de horas de pesquisa para alcanças os resultados buscados.

Contudo, os objetivos iniciais foram atingidos satisfatoriamente, foi possível testar e validar todas as etapas do projeto, o monitorador foi exposto a condições ambientais diferentes, e foi aprovado em todas elas. Constatou-se um grande aprendizado na área da tecnologia para desenvolvimento de *softwares* e para controle de dispositivos. Aprendeu-se também a trabalhar com o *software* Mplab 6.1 que é uma ótima plataforma para o desenvolvimento de soluções para microcontroladores.

O desenvolvimento desse trabalho foi uma experiência muito produtiva, proporcionando um contato intenso com o ambiente de pesquisa.

Ademais, trouxe um grande aprendizado para a vida e para o crescimento de minha carreira profissional.

7.2 Projetos Futuros

Diante do cenário exposto nas conclusões do projeto, a seguir, apresenta-se as sugestões para trabalhos futuros:

- Desenvolvimento de *software* de interface gráfica, para coleta e análise das informações colhidas pelo Monitorador;
- Desenvolver o código fonte da interface gráfica para ser usado em *PDA*;
- Implementação de um sistema de gerenciamento de banco de dados tipo *MySQL*¹¹, para facilitar a obtenção de dados;
- Desenvolvimento de sistemas automatizado para controle de ambientes.

¹¹ MySQL: é um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD), que utiliza a linguagem SQL (Structured Query Language - Linguagem de Consulta Estruturada) como interface.

Referências Bibliográficas

BATES, Martin. Interfacing PIC microcontrollers: Embedded design by interactive simulation. Newnes (Elsevier), 2006.

BATES, Martin. PIC microcontrollers: An introduction to microelectronics. Newnes (Elsevier), 2004.

BARBACENA, Ilton L.; FLEURY, Cláudio Afonso. Display LCD. São Paulo, Disponível em: <www2.eletronica.org/apostilas-e-ebooks/components/LCD_30324b.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2008.

EME SYSTEMS. Sensors: Interface to the sensirion SHTxx humidity and temperature chip, with dewpoint calculation. Berkeley CA U.S.A., Disponível em: <<http://www.emesystems.com/OLZsht1x.htm>>. Acesso em: 10 jan.2008.

EMBEDDED HARDWARE SOLUTIONS E PRAKTIKUM GROUP. Projekti: SHT11 RTIV. Turquia, Disponível em: <http://www.epraktikum.co.yu/projekti/sht11_lcd/sht11_lcd.php>. Acesso em: 10 jan. 2008.

GRALLA, Preston. O Meio ambiente. Quark Books,Disponível em:<<http://br.geocities.com/saladefisica>>. Acesso em: 10 jan. 2008.

IBRAHIM, Dogan. PIC Basic: Programming and projects. Newnes (Elsevier), 2001.

IBRAHIM, Dogan. PIC Basic projects: 30 projects using PIC basic and PIC basic PRO. Newnes (Elsevier), 2006.

IBRAHIN, Dogan; WILMSHURST. Tim; DI JASIO, Lucio. PIC microcontrollers . Newnes (Elsevier), 2007.

NORTON, John. PIC microcontrollers: The your personal introductory course. Newnes (Elsevier), 2005.

PEREIRA, Fábio. Microcontroladores PIC – programação em C. Erica, 2003.

PEREIRA, Fábio. Microcontroladores PIC- técnicas avançadas. Erica, 2002.

RUDOLPH, T. 1-Wire/HiMD projects: 1-Wire IOPort.html. Turquia, Disponível em: <http://home.hetnet.nl/~thomas_7/1Wire/1-wire.html>. Acesso em: 10 jan.2008.

SENSIRION THE SENSOR COMPANY. Humidity Sensors: Humidity Sensor SHT11: Sample Code humidity sensor SHTxx. Switzerland, Disponível em: <www.sensirion.com>. Acesso em: 10 jan. 2008.

SMITH, David W.. PIC in practice: A project basic approach. Newnes (Elsevier), 2006.

SILVA, Renato A.. Programando microcontroladores PIC- linguagem C. Ensino Profissional, 2007.

SOUZA, David José de; LAVINIA, Nicolas Cesar. Conectando o PIC – recursos avançados. Erica, 2003.

SOUZA, David José de. Desbravando o PIC – aplicado e atualizado. Erica, 2007.

TECHTOYS COMPANY. Components: Sensores. Hong Kong, Disponível em: <<http://www.techtoys.com.hk/Componentes?SHT1x/SHT1.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2008.

TUTORIAL MICROCONTROLLER MCS – 51 ATMEL ISP. Projects: Humidity & Temperature Sensmitter SHTxx trough Serial RS232. Dalam Bahasa Indonésia, Disponível em:<<http://www.mytutorialcafe.com/Microcontroller%20thesis%20SHTxx1.htm>>. Acesso em: 10 jan.2008.

TURKENGINEERS.COM SINIRSIZ ÇÖZÜMELER SUNAR. Makaleler: SHT11 ILE Sicaklik + Nem Olcumu. Turquia, Disponível em: <<http://www.turkengineers.com/metin.php?metin=51>>. Acesso em: 11 jan. 2008.

WILMSHURST, Tim. Designing embedded systems eith PIC: Principles and applications. Newnes (Elsevier), 2006.

ZANCO, Wagner da Silva. Microcontroladores PIC- tecnicas de software e hardware para projetos de circuitos eletrônicos. Erica, 2006.

APÉNDICE I – Código Fonte do Monitorador de Temperatura e Umidade do Ar

```

;=====
; MONITORADOR DE TEMPERATURA E UMIDADE DO AR
; ANDRE BRANDAO PERES
; VERSÃO 1.0
;=====
;=====

LIST    P=16F628, F=INHX8M

include "P16FXX.inc"

ORG     0x0000

CLRF    0x32

GOTO    Label_0001

MOVF    FSR    , W
Label_002A MOVWF 0x27

BCF      PORTB    , 02

BCF      PORTB    , 03

BCF      PORTB    , 03

BSF      STATUS   , RP0

BCF      TRISB    , 02

BCF      TRISB    , 03

BCF      TRISB    , 03

MOVLW    0x0F

ANDWF    TRISB    , f

BCF      STATUS   , RP0

MOVF     0x27     , W

BTFSC    0x32     , 01

GOTO     Label_0002

MOVLW    0x3A

```

```
MOVWF 0x21

MOVLW 0x98

CALL Label_0003

MOVLW 0x33

MOVWF 0x26

CALL Label_0004

MOVLW 0x13

MOVWF 0x21

MOVLW 0x88

CALL Label_0003

CALL Label_0004

MOVLW 0x64

CALL Label_0005

CALL Label_0004

MOVLW 0x64

CALL Label_0005

MOVLW 0x22

MOVWF 0x26

CALL Label_0004

MOVLW 0x28

CALL Label_0006

MOVLW 0x0C

CALL Label_0006

MOVLW 0x06

CALL Label_0006

BSF 0x32 ,01

MOVF 0x27 ,W

GOTO Label_0002

Label_0006 BSF 0x32 ,00

Label_0002 MOVWF 0x26

BTFSS 0x32 ,00

GOTO Label_0007
```

```
BCF  PORTB  ,03

SUBLW 0x03

BTFSS STATUS ,C

GOTO  Label_0008

CALL  Label_0008

MOVLW 0x07

MOVWF 0x21

MOVLW 0xD0

CALL  Label_0003

BSF  STATUS ,C

RETURN

Label_0007 BSF  0x32  ,00

SUBLW 0xFE

BTFSC STATUS ,Z

GOTO  Label_0009

BSF  PORTB  ,03

Label_0008 BTFSS 0x32  ,00

Label_0004 BCF  0x32  ,00

BSF  PORTB  ,02

MOVLW 0x0F

ANDWF PORTB  ,f

MOVF  0x26  ,W

ANDLW 0xF0

IORWF PORTB  ,f

BCF  PORTB  ,02

SWAPF 0x26  ,f

BTFSC 0x32  ,00

GOTO  Label_0004

MOVLW 0x32

CALL  Label_0005

BSF  STATUS ,C

RETURN
```

Label_003F MOVWF 0x34

CALL Label_000A

MOVF 0x20 ,W

IORWF 0x21 ,W

BTFSC STATUS ,Z

GOTO Label_0009

CALL Label_000B

BCF FSR ,07

MOVF 0x34 ,W

XORWF INDF ,f

Label_000E CLRWDI

GOTO Label_000C

Label_000C GOTO Label_000D

Label_000D INCF 0x20 ,f

BTFSC STATUS ,Z

INCFSZ 0x21 ,f

GOTO Label_000E

XORWF INDF ,f

GOTO Label_0009

Label_0036 BCF 0x33 ,07

MOVF 0x29 ,W

BTFSC STATUS ,Z

BSF 0x33 ,07

MOVLW 0x05

MOVWF 0x28

MOVLW 0x27

MOVWF 0x23

MOVLW 0x10

CALL Label_000F

MOVLW 0x03

MOVWF 0x23

MOVLW 0xE8


```
CALL Label_000F

CLRF 0x23

MOVLW 0x64

CALL Label_000F

CLRF 0x23

MOVLW 0x0A

CALL Label_000F

MOVF 0x24 , W

GOTO Label_0010

Label_000F MOVWF 0x22

MOVF 0x25 , W

MOVWF 0x21

MOVF 0x24 , W

MOVWF 0x20

CALL Label_0011

MOVF 0x20 , W

Label_0010 MOVWF 0x20

DECF 0x28 , f

BTFSC STATUS , Z

BCF 0x33 , 07

MOVF 0x29 , W

BTFSC STATUS , Z

GOTO Label_0012

SUBWF 0x28 , W

BTFSC STATUS , C

RETURN

Label_0012 MOVF 0x20 , W

BTFSS STATUS , Z

BCF 0x33 , 07

BTFSC 0x33 , 07

RETURN

ADDLW 0x30
```

```
GOTO Label_0013

Label_003E MOVLW 0x08

    MOVWF 0x26

    MOVWF 0x27

    MOVF 0x37 ,W

    MOVWF FSR

    MOVF 0x35 ,W

    BTFSC 0x33 ,02

    CALL Label_0014

    BTFSS 0x33 ,02

    CALL Label_0015

    MOVF 0x36 ,W

    MOVWF FSR

    MOVF 0x34 ,W

    CALL Label_0016

    CLRF 0x20

    CLRF 0x21

    MOVF 0x26 ,W

    BTFSC STATUS ,Z

    GOTO Label_0009

Label_0018 BTFSC 0x33 ,01

    CALL Label_0017

    MOVF 0x36 ,W

    MOVWF FSR

    MOVF INDF ,W

    ANDWF 0x34 ,W

    ADDLW 0xFF

    RLF 0x20 ,f

    RLF 0x21 ,f

    BTFSS 0x33 ,01

    CALL Label_0017

    DECFSZ 0x26 ,f
```

```
GOTO Label_0018

MOVF 0x27 , W

BTFSC 0x33 , 00

GOTO Label_0019

MOVF 0x20 , W

GOTO Label_0009

Label_0042 MOVLW 0x08

Label_0040 MOVWF 0x26

    MOVF 0x37 , W

    MOVWF FSR

    MOVF 0x35 , W

    BTFSC 0x33 , 02

    CALL Label_0014

    BTFSS 0x33 , 02

    CALL Label_0015

    MOVF 0x36 , W

    MOVWF FSR

    COMF 0x34 , W

    CALL Label_001A

    MOVF 0x26 , W

    BTFSC STATUS , Z

    GOTO Label_0009

    BTFSC 0x33 , 00

    CALL Label_0019

Label_001B MOVF 0x36 , W

    MOVWF FSR

    RRF 0x21 , f

    RRF 0x20 , f

    MOVF INDF , W

    IORWF 0x34 , W

    BTFSS STATUS , C

    XORWF 0x34 , W
```

```
MOVWF INDF

CALL Label_0017

DECFSZ 0x26 ,f

GOTO Label_001B

GOTO Label_0009

Label_0017 MOVF 0x37 ,W

MOVWF FSR

MOVF 0x35 ,W

XORWF INDF ,f

NOP

XORWF INDF ,f

RETURN

Label_0014 IORWF INDF ,f

GOTO Label_000A

Label_0015 XORLW 0xFF

ANDWF INDF ,f

GOTO Label_001A

Label_0016 BSF FSR ,07

IORWF INDF ,f

GOTO Label_0009

Label_000A XORLW 0xFF

Label_001A BSF FSR ,07

ANDWF INDF ,f

GOTO Label_0009

CLRF 0x23

Label_002B MOVWF 0x22

Label_001C MOVLW 0xFF

ADDWF 0x22 ,f

BTFSS STATUS ,C

ADDWF 0x23 ,f

BTFSS STATUS ,C

GOTO Label_0009
```

```
    MOVLW 0x03

    MOVWF 0x21

    MOVLW 0xDF

    CALL Label_0003

    GOTO Label_001C

Label_0005 CLRF 0x21

Label_0003 ADDLW 0xE8

    MOVWF 0x20

    COMF 0x21 ,f

    MOVLW 0xFC

    BTFSS STATUS ,C

    GOTO Label_001D

Label_001E ADDWF 0x20 ,f

    BTFSC STATUS ,C

    GOTO Label_001E

Label_001D ADDWF 0x20 ,f

    CLRWDI

    INCFSZ 0x21 ,f

    GOTO Label_001E

    BTFSC 0x20 ,00

    GOTO Label_001F

Label_001F BTFSS 0x20 ,01

    GOTO Label_0020

    NOP

    GOTO Label_0020

Label_0020 RETURN

Label_0035 ADDLW 0x01

    MOVWF 0x27

    MOVLW 0x0A

    MOVWF 0x22

    CLRF 0x23

Label_0021 CALL Label_0011
```

```
    DECFSZ 0x27 ,f
    GOTO Label_0021
    MOVF 0x24 ,W
    RETURN
Label_0019 CLRF 0x22
    CLRF 0x23
    GOTO Label_0022
Label_0023 RRF 0x21 ,f
    RRF 0x20 ,f
    RLF 0x22 ,f
    RLF 0x23 ,f
Label_0022 ADDLW 0xFF
    BTFSC STATUS ,C
    GOTO Label_0023
    MOVF 0x23 ,W
    MOVWF 0x21
    MOVF 0x22 ,W
    MOVWF 0x20
    GOTO Label_0009
Label_0032 MOVWF 0x22
    MOVLW 0x06
    GOTO Label_0024
Label_0024 MOVWF 0x28
    MOVF 0x23 ,W
    SUBWF 0x21 ,W
    BTFSS STATUS ,Z
    GOTO Label_0025
    MOVF 0x22 ,W
    SUBWF 0x20 ,W
Label_0025 MOVLW 0x04
    BTFSC STATUS ,C
    MOVLW 0x01
```

```
BTFSC STATUS ,Z

MOVLW 0x02

ANDWF 0x28 ,W

BTFSS STATUS ,Z

MOVLW 0xFF

GOTO Label_0009

Label_0011 CLRF 0x25

    CLRF 0x24

    MOVLW 0x10

    MOVWF 0x26

Label_0027 RLF 0x21 ,W

    RLF 0x24 ,f

    RLF 0x25 ,f

    MOVF 0x22 ,W

    SUBWF 0x24 ,f

    MOVF 0x23 ,W

    BTFSS STATUS ,C

    INCFSZ 0x23 ,W

    SUBWF 0x25 ,f

    BTFSC STATUS ,C

    GOTO Label_0026

    MOVF 0x22 ,W

    ADDWF 0x24 ,f

    MOVF 0x23 ,W

    BTFSC STATUS ,C

    INCFSZ 0x23 ,W

    ADDWF 0x25 ,f

    BCF STATUS ,C

Label_0026 RLF 0x20 ,f

    RLF 0x21 ,f

    DECFSZ 0x26 ,f

    GOTO Label_0027
```

```
    MOVF 0x20 ,W
    GOTO Label_0009
Label_0037 MOVLW 0x10
    MOVWF 0x28
    CLRF 0x21
    CLRF 0x20
Label_0029 RRF 0x27 ,f
    RRF 0x26 ,f
    BTFSS STATUS ,C
    GOTO Label_0028
    MOVF 0x22 ,W
    ADDWF 0x20 ,f
    MOVF 0x23 ,W
    BTFSC STATUS ,C
    INCFSZ 0x23 ,W
    ADDWF 0x21 ,f
Label_0028 RRF 0x21 ,f
    RRF 0x20 ,f
    RRF 0x25 ,f
    RRF 0x24 ,f
    DECFSZ 0x28 ,f
    GOTO Label_0029
    MOVF 0x24 ,W
    GOTO Label_0009
Label_000B COMF 0x20 ,f
    COMF 0x21 ,f
    INCF 0x20 ,f
    BTFSC STATUS ,Z
    INCF 0x21 ,f
    RETURN
Label_0013 MOVWF FSR
    MOVF 0x31 ,W
```



```
MOVWF PCLATH

MOVF 0x30 ,W

MOVWF PCL

Label_0009 BCF STATUS ,IRP

BCF STATUS ,RP1

BCF STATUS ,RP0

CLRWDI

RETURN

Label_0001 MOVLW 0x07

MOVWF 0x1F

BCF PORTA ,00

BSF PORTA ,01

MOVLW 0x55

MOVWF 0x39

MOVLW 0x56

MOVWF 0x3A

MOVLW 0x57

MOVWF 0x3B

MOVLW 0x58

MOVWF 0x3C

MOVLW 0x59

MOVWF 0x3D

MOVLW 0x5A

MOVWF 0x3E

MOVLW 0x5B

MOVWF 0x3F

MOVLW 0x5C

MOVWF 0x40

MOVLW 0x5D

MOVWF 0x41

MOVLW 0x5E

MOVWF 0x42
```

```
MOVLW 0x5F
MOVWF 0x43
MOVLW 0x60
MOVWF 0x44
MOVLW 0x61
MOVWF 0x45
MOVLW 0x62
MOVWF 0x46
MOVLW 0x63
MOVWF 0x47
MOVLW 0x64
MOVWF 0x48
MOVLW 0xFE
CALL Label_002A
MOVLW 0x40
CALL Label_002A
MOVLW 0x00
CALL Label_002A
MOVLW 0x00
CALL Label_002A
MOVLW 0x0C
CALL Label_002A
MOVLW 0x04
CALL Label_002A
MOVLW 0x04
CALL Label_002A
MOVLW 0x04
CALL Label_002A
MOVLW 0x0E
CALL Label_002A
MOVLW 0x00
CALL Label_002A
```

```
MOVLW 0xFE  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x48  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x04  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0A  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0A  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0A  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0A  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0A  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0A  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0A  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0xFE  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x50  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0E  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0E  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0E  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0E  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0E  
  
CALL Label_002A
```

```
MOVLW 0x1F
CALL Label_002A

MOVLW 0x1F
CALL Label_002A

MOVLW 0x1F
CALL Label_002A

MOVLW 0x0E
CALL Label_002A

MOVLW 0xFE
CALL Label_002A

MOVLW 0x58
CALL Label_002A

MOVLW 0x04
CALL Label_002A

MOVLW 0x0A
CALL Label_002A

MOVLW 0x0A
CALL Label_002A

MOVLW 0x0A
CALL Label_002A

MOVLW 0x0A
CALL Label_002A

MOVLW 0x0A
CALL Label_002A

MOVLW 0x0A
CALL Label_002A

MOVLW 0x0E
CALL Label_002A

MOVLW 0x0E
CALL Label_002A

MOVLW 0xFE
CALL Label_002A

MOVLW 0x60
CALL Label_002A
```

```
MOVLW 0x04  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0A  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0A  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0A  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0E  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0E  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0E  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0E  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0xFE  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x68  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x04  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0A  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0E  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0E  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0E  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x0E  
  
CALL Label_002A
```

```
MOVLW 0x0E
CALL Label_002A
MOVLW 0x0E
CALL Label_002A
MOVLW 0xFE
CALL Label_002A
MOVLW 0x01
CALL Label_002A
MOVLW 0xEF
ADDWF 0x39 ,W
MOVWF 0x50
MOVLW 0xFF
BTFS STATUS ,C
ADDLW 0x01
MOVWF 0x51
MOVF 0x50 ,W
CALL Label_002A
MOVLW 0x0F
ADDWF 0x3A ,W
MOVWF 0x50
CLRF 0x51
RLF 0x51 ,f
MOVF 0x50 ,W
CALL Label_002A
MOVLW 0x17
ADDWF 0x3B ,W
MOVWF 0x50
CLRF 0x51
RLF 0x51 ,f
MOVF 0x50 ,W
CALL Label_002A
MOVLW 0x11
```

```
ADDWF 0x3C ,W
MOVWF 0x50
CLRF 0x51
RLF 0x51 ,f
MOVF 0x50 ,W
CALL Label_002A
MOVLW 0x21
ADDWF 0x3D ,W
MOVWF 0x50
CLRF 0x51
RLF 0x51 ,f
MOVF 0x50 ,W
CALL Label_002A
MOVLW 0x20
CALL Label_002A
MOVLW 0xEB
ADDWF 0x3E ,W
MOVWF 0x50
MOVLW 0xFF
BTFSC STATUS ,C
ADDLW 0x01
MOVWF 0x51
MOVF 0x50 ,W
CALL Label_002A
MOVLW 0x11
ADDWF 0x3F ,W
MOVWF 0x50
CLRF 0x51
RLF 0x51 ,f
MOVF 0x50 ,W
CALL Label_002A
MOVLW 0x0F
```

```
ADDWF 0x3A ,W

MOVWF 0x50

CLRF 0x51

RLF 0x51 ,f

MOVF 0x50 ,W

CALL Label_002A

MOVLW 0x0F

ADDWF 0x40 ,W

MOVWF 0x50

CLRF 0x51

RLF 0x51 ,f

MOVF 0x50 ,W

CALL Label_002A

MOVLW 0x17

ADDWF 0x41 ,W

MOVWF 0x50

CLRF 0x51

RLF 0x51 ,f

MOVF 0x50 ,W

CALL Label_002A

MOVLW 0x14

ADDWF 0x42 ,W

MOVWF 0x50

CLRF 0x51

RLF 0x51 ,f

MOVF 0x50 ,W

CALL Label_002A

MOVLW 0x10

ADDWF 0x43 ,W

MOVWF 0x50

CLRF 0x51

RLF 0x51 ,f
```



```
MOVF 0x50 ,W
CALL Label_002A
MOVLW 0x17
ADDWF 0x3B ,W
MOVWF 0x50
CLRF 0x51
RLF 0x51 ,f
MOVF 0x50 ,W
CALL Label_002A
MOVLW 0x11
ADDWF 0x3C ,W
MOVWF 0x50
CLRF 0x51
RLF 0x51 ,f
MOVF 0x50 ,W
CALL Label_002A
MOVLW 0x0F
ADDWF 0x40 ,W
MOVWF 0x50
CLRF 0x51
RLF 0x51 ,f
MOVF 0x50 ,W
CALL Label_002A
MOVLW 0xFE
CALL Label_002A
MOVLW 0xC0
CALL Label_002A
MOVLW 0x20
CALL Label_002A
MOVLW 0x20
CALL Label_002A
MOVLW 0x17
```

```
ADDWF 0x44 ,W  
  
MOVWF 0x50  
  
CLRF 0x51  
  
RLF 0x51 ,f  
  
MOVF 0x50 ,W  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x17  
  
ADDWF 0x44 ,W  
  
MOVWF 0x50  
  
CLRF 0x51  
  
RLF 0x51 ,f  
  
MOVF 0x50 ,W  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x17  
  
ADDWF 0x44 ,W  
  
MOVWF 0x50  
  
CLRF 0x51  
  
RLF 0x51 ,f  
  
MOVF 0x50 ,W  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x2E  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x03  
  
ADDWF 0x45 ,W  
  
MOVWF 0x50  
  
CLRF 0x51  
  
RLF 0x51 ,f  
  
MOVF 0x50 ,W  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x45  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0xEA
```

```
ADDWF 0x46 ,W

MOVWF 0x50

MOVLW 0xFF

BTFSC STATUS ,C

ADDLW 0x01

MOVWF 0x51

MOVF 0x50 ,W

CALL Label_002A

MOVLW 0x41

CALL Label_002A

MOVLW 0x62

CALL Label_002A

MOVLW 0x2E

CALL Label_002A

MOVLW 0x12

ADDWF 0x47 ,W

MOVWF 0x50

CLRF 0x51

RLF 0x51 ,f

MOVF 0x50 ,W

CALL Label_002A

MOVLW 0x0F

ADDWF 0x48 ,W

MOVWF 0x50

CLRF 0x51

RLF 0x51 ,f

MOVF 0x50 ,W

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A
```



```
MOVLW 0x20  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x20  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x20  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x20  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0xFE  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0xC0  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x48  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x75  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x6D  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x69  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x20  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x3A  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x20  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x20  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x20  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x20  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x20  
  
CALL Label_002A
```

```
    MOVLW 0x20
    CALL Label_002A
    MOVLW 0x20
    CALL Label_002A
    MOVLW 0x20
    CALL Label_002A
    MOVLW 0x20
    CALL Label_002A
    MOVLW 0x20
    CALL Label_002A
    CALL Label_002C
    CLRF 0x59
Label_003C INCF 0x59 , f
    CLRWDI
    MOVF 0x59 , W
    SUBLW 0x01
    BTFSS STATUS , Z
    GOTO Label_002D
    MOVLW 0xFE
    CALL Label_002A
    MOVLW 0x87
    CALL Label_002A
    MOVLW 0x01
    CALL Label_002A
    MOVLW 0xFE
    CALL Label_002A
    MOVLW 0xC7
    CALL Label_002A
    MOVLW 0x02
    CALL Label_002A
```

Label_002D CLRWDI

MOVF 0x59 , W

SUBLW 0x02

BTFSS STATUS , Z

GOTO Label_002E

MOVLW 0xFE

CALL Label_002A

MOVLW 0x87

CALL Label_002A

MOVLW 0x03

CALL Label_002A

MOVLW 0xFE

CALL Label_002A

MOVLW 0xC7

CALL Label_002A

MOVLW 0x02

CALL Label_002A

Label_002E CLRWDI

MOVF 0x59 , W

SUBLW 0x03

BTFSS STATUS , Z

GOTO Label_002F

MOVLW 0xFE

CALL Label_002A

MOVLW 0x87

CALL Label_002A

MOVLW 0x04

CALL Label_002A

MOVLW 0xFE

CALL Label_002A

MOVLW 0xC7

CALL Label_002A

```
    MOVLW 0x02

    CALL Label_002A

Label_002F CLRWDI

    MOVF 0x59 , W

    SUBLW 0x04

    BTFSS STATUS , Z

    GOTO Label_0030

    MOVLW 0xFE

    CALL Label_002A

    MOVLW 0x87

    CALL Label_002A

    MOVLW 0x05

    CALL Label_002A

    MOVLW 0xFE

    CALL Label_002A

    MOVLW 0xC7

    CALL Label_002A

    MOVLW 0x02

    CALL Label_002A

    CLRF 0x59

Label_0030 MOVLW 0x03

    MOVWF 0x55

    CALL Label_0031

    MOVLW 0xA0

    SUBWF 0x4A , W

    MOVWF 0x48

    MOVLW 0x0F

    BTFSS STATUS , C

    ADDLW 0x01

    SUBWF 0x4B , W

    MOVWF 0x49

    MOVF 0x48 , W
```



```
MOVWF 0x20

MOVF 0x49 , W

MOVWF 0x21

MOVLW 0x75

MOVWF 0x23

MOVLW 0x30

CALL Label_0032

BTFSS STATUS , Z

GOTO Label_0033

MOVF 0x48 , W

SUBLW 0xFF

MOVWF 0x48

MOVF 0x49 , W

BTFSS STATUS , C

ADDLW 0x01

SUBLW 0xFF

MOVWF 0x49

MOVLW 0x2D

MOVWF 0x56

GOTO Label_0034

Label_0033 MOVLW 0x20

MOVWF 0x56

Label_0034 MOVLW 0xFE

CALL Label_002A

MOVLW 0x89

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A
```

```
MOVLW 0x20  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x20  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x20  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x20  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x20  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x20  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x20  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0xFE  
  
CALL Label_002A  
  
MOVLW 0x89  
  
CALL Label_002A  
  
MOVF 0x56 , W  
  
CALL Label_002A  
  
CLRF 0x29  
  
MOVF 0x48 , W  
  
MOVWF 0x20  
  
MOVF 0x49 , W  
  
MOVWF 0x21  
  
MOVLW 0x03  
  
CALL Label_0035  
  
MOVWF 0x50  
  
CLRF 0x51  
  
MOVF 0x50 , W
```

```
MOVWF 0x24

MOVF 0x51 , W

MOVWF 0x25

MOVLW 0x02

MOVWF 0x30

CLRF 0x31

CALL Label_0036

CLRF 0x29

MOVF 0x48 , W

MOVWF 0x20

MOVF 0x49 , W

MOVWF 0x21

MOVLW 0x02

CALL Label_0035

MOVWF 0x50

CLRF 0x51

MOVF 0x50 , W

MOVWF 0x24

MOVF 0x51 , W

MOVWF 0x25

MOVLW 0x02

MOVWF 0x30

CLRF 0x31

CALL Label_0036

MOVLW 0x2E

CALL Label_002A

CLRF 0x29

MOVF 0x48 , W

MOVWF 0x20

MOVF 0x49 , W

MOVWF 0x21

MOVLW 0x01
```

```
CALL Label_0035

MOVWF 0x50

CLRF 0x51

MOVF 0x50 , W

MOVWF 0x24

MOVF 0x51 , W

MOVWF 0x25

MOVLW 0x02

MOVWF 0x30

CLRF 0x31

CALL Label_0036

MOVLW 0xDF

CALL Label_002A

MOVLW 0x43

CALL Label_002A

MOVLW 0x05

MOVWF 0x55

CALL Label_0031

MOVLW 0xC2

MOVWF 0x26

MOVLW 0xD5

MOVWF 0x27

MOVF 0x4A , W

MOVWF 0x22

MOVF 0x4B , W

MOVWF 0x23

CALL Label_0037

MOVF 0x20 , W

MOVWF 0x50

MOVF 0x21 , W

MOVWF 0x51

MOVF 0x4A , W
```

```
ADDWF 0x50 ,f
MOVF 0x4B ,W
BTFSC STATUS ,C
ADDLW 0x01
ADDWF 0x51 ,f
MOVF 0x50 ,W
SUBLW 0xAE
MOVWF 0x50
MOVF 0x51 ,W
BTFSS STATUS ,C
ADDLW 0x01
SUBLW 0x67
MOVWF 0x51
MOVF 0x50 ,W
MOVWF 0x26
MOVF 0x51 ,W
MOVWF 0x27
MOVF 0x4A ,W
MOVWF 0x22
MOVF 0x4B ,W
MOVWF 0x23
CALL Label_0037
MOVF 0x20 ,W
MOVWF 0x50
MOVF 0x21 ,W
MOVWF 0x51
MOVLW 0x28
SUBWF 0x50 ,W
MOVWF 0x4C
MOVLW 0x00
BTFSS STATUS ,C
ADDLW 0x01
```

```
SUBWF 0x51 , W
MOVWF 0x4D
MOVF 0x4A , W
MOVWF 0x26
MOVF 0x4B , W
MOVWF 0x27
MOVLW 0x05
MOVWF 0x22
CLRF 0x23
CALL Label_0037
MOVWF 0x50
MOVF 0x25 , W
MOVWF 0x51
MOVLW 0x8F
ADDWF 0x50 , f
MOVLW 0x02
BTFSC STATUS , C
ADDLW 0x01
ADDWF 0x51 , f
MOVF 0x4A , W
MOVWF 0x26
MOVF 0x4B , W
MOVWF 0x27
MOVLW 0x2D
MOVWF 0x22
MOVLW 0x3E
MOVWF 0x23
CALL Label_0037
MOVF 0x20 , W
MOVWF 0x52
MOVF 0x21 , W
MOVWF 0x53
```

```
MOVF 0x50 ,W
ADDWF 0x52 ,W
MOVWF 0x4E
MOVF 0x51 ,W
BTFSC STATUS ,C
ADDLW 0x01
ADDWF 0x53 ,W
MOVWF 0x4F
MOVF 0x48 ,W
MOVWF 0x20
MOVF 0x49 ,W
MOVWF 0x21
MOVLW 0x0A
MOVWF 0x22
CLRF 0x23
CALL Label_0011
MOVWF 0x50
MOVF 0x21 ,W
MOVWF 0x51
MOVLW 0xB0
ADDWF 0x50 ,f
MOVLW 0x09
BTFSC STATUS ,C
ADDLW 0x01
ADDWF 0x51 ,f
MOVF 0x4E ,W
MOVWF 0x26
MOVF 0x4F ,W
MOVWF 0x27
MOVF 0x50 ,W
MOVWF 0x22
MOVF 0x51 ,W
```

```
MOVWF 0x23

CALL Label_0037

MOVF 0x20 , W

MOVWF 0x50

MOVF 0x21 , W

MOVWF 0x51

MOVF 0x4E , W

MOVWF 0x26

MOVF 0x4F , W

MOVWF 0x27

MOVLW 0xAA

MOVWF 0x22

MOVLW 0x0A

MOVWF 0x23

CALL Label_0037

MOVF 0x20 , W

MOVWF 0x52

MOVF 0x21 , W

MOVWF 0x53

MOVF 0x52 , W

SUBWF 0x50 , W

MOVWF 0x52

MOVF 0x53 , W

BTSS STATUS , C

ADDLW 0x01

SUBWF 0x51 , W

MOVWF 0x53

MOVF 0x52 , W

ADDWF 0x4C , W

MOVWF 0x4E

MOVF 0x53 , W

BTFS STATUS , C
```



```
ADDLW 0x01

ADDWF 0x4D , W

MOVWF 0x4F

MOVF 0x4E , W

MOVWF 0x20

MOVF 0x4F , W

MOVWF 0x21

MOVLW 0x03

MOVWF 0x23

MOVLW 0xE8

CALL Label_0032

BTFSS STATUS , Z

GOTO Label_0038

MOVLW 0xE8

MOVWF 0x4E

MOVLW 0x03

MOVWF 0x4F

Label_0038 MOVLW 0xFE

CALL Label_002A

MOVLW 0xCA

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20
```

```
CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0xFE

CALL Label_002A

MOVLW 0xCA

CALL Label_002A

CLRF 0x29

MOVF 0x4E , W

MOVWF 0x20

MOVF 0x4F , W

MOVWF 0x21

MOVLW 0x0A

MOVWF 0x22

CLRF 0x23

CALL Label_0011

MOVWF 0x50

MOVF 0x21 , W

MOVWF 0x51

MOVF 0x50 , W

MOVWF 0x24

MOVF 0x51 , W

MOVWF 0x25

MOVLW 0x02

MOVWF 0x30

CLRF 0x31
```

```
CALL Label_0036

MOVLW 0x2E

CALL Label_002A

MOVLW 0x01

MOVWF 0x29

MOVF 0x4E , W

MOVWF 0x24

MOVF 0x4F , W

MOVWF 0x25

MOVLW 0x02

MOVWF 0x30

CLRF 0x31

CALL Label_0036

MOVLW 0x25

CALL Label_002A

MOVLW 0x07

MOVWF 0x55

CALL Label_0039

CLRWDI

BTFS 0x5A , 06

GOTO Label_003A

INCF 0x54 , f

Label_003A CLRWDI

MOVF 0x54 , W

SUBLW 0x14

BTFS STATUS , Z

GOTO Label_003B

MOVLW 0xFE

CALL Label_002A

MOVLW 0xC0

CALL Label_002A

MOVLW 0x20
```

CALL Label_002A

MOVLW 0x4C

CALL Label_002A

MOVLW 0x6F

CALL Label_002A

MOVLW 0x77

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x62

CALL Label_002A

MOVLW 0x61

CALL Label_002A

MOVLW 0x74

CALL Label_002A

MOVLW 0x74

CALL Label_002A

MOVLW 0x65

CALL Label_002A

MOVLW 0x72

CALL Label_002A

MOVLW 0x79

CALL Label_002A

MOVLW 0x21

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x01

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x01

MOVWF 0x23

MOVLW 0x2C

CALL Label_002B

MOVLW 0xFE

CALL Label_002A

MOVLW 0xC0

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x4C

CALL Label_002A

MOVLW 0x6F

CALL Label_002A

MOVLW 0x77

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x62

CALL Label_002A

MOVLW 0x61

CALL Label_002A

MOVLW 0x74

CALL Label_002A

MOVLW 0x74

CALL Label_002A

MOVLW 0x65

CALL Label_002A

MOVLW 0x72

CALL Label_002A

MOVLW 0x79

CALL Label_002A

MOVLW 0x21

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x01

MOVWF 0x23

MOVLW 0x2C

CALL Label_002B

MOVLW 0xFE

CALL Label_002A

MOVLW 0xC0

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x01

MOVWF 0x23

MOVLW 0x2C

CALL Label_002B

MOVLW 0xFE

CALL Label_002A

MOVLW 0xC0

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x4C

CALL Label_002A

MOVLW 0x6F

CALL Label_002A

MOVLW 0x77

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x62

CALL Label_002A

MOVLW 0x61

CALL Label_002A

MOVLW 0x74

CALL Label_002A

MOVLW 0x74

CALL Label_002A

MOVLW 0x65

CALL Label_002A

MOVLW 0x72

CALL Label_002A

MOVLW 0x79

CALL Label_002A

MOVLW 0x21

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x03

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0xFE

CALL Label_002A

MOVLW 0xC0

CALL Label_002A

MOVLW 0x48

CALL Label_002A

MOVLW 0x75

CALL Label_002A

MOVLW 0x6D

CALL Label_002A

MOVLW 0x69

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x3A

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

CALL Label_002A

MOVLW 0x20

```
CALL Label_002A

CLRF 0x54

Label_003B GOTO Label_003C

Label_0039 CALL Label_003D

    MOVLW 0x05

    MOVWF 0x36

    MOVLW 0x01

    MOVWF 0x34

    MOVLW 0x05

    MOVWF 0x37

    MOVLW 0x02

    MOVWF 0x35

    CLRF 0x33

    CALL Label_003E

    MOVWF 0x5A

    BSF STATUS , RP0

    BSF TRISA , 00

    BCF STATUS , RP0

    MOVLW 0x0A

    MOVWF 0x20

    CLRF 0x21

    MOVLW 0x05

    MOVWF FSR

    MOVLW 0x02

    CALL Label_003F

    RETURN

Label_002C MOVLW 0x05

    MOVWF 0x36

    MOVLW 0x01

    MOVWF 0x34

    MOVLW 0x05

    MOVWF 0x37
```

```
    MOVLW 0x02

    MOVWF 0x35

    CLRF 0x33

    MOVLW 0xFF

    MOVWF 0x20

    MOVLW 0xFF

    MOVWF 0x21

    MOVLW 0x10

    CALL Label_0040

    RETURN
Label_0031 CALL Label_003D

    CALL Label_0041

    MOVLW 0x05

    MOVWF 0x36

    MOVLW 0x01

    MOVWF 0x34

    MOVLW 0x05

    MOVWF 0x37

    MOVLW 0x02

    MOVWF 0x35

    CLRF 0x33

    CALL Label_003E

    MOVWF 0x4B

    BCF PORTA ,00

    BSF STATUS ,RP0

    BCF TRISA ,00

    BCF STATUS ,RP0

    MOVLW 0x0A

    MOVWF 0x20

    CLRF 0x21

    MOVLW 0x05

    MOVWF FSR
```

```
    MOVLW 0x02

    CALL Label_003F

    BSF STATUS , RP0

    BSF TRISA , 00

    MOVLW 0x05

    BCF STATUS , RP0

    MOVWF 0x36

    MOVLW 0x01

    MOVWF 0x34

    MOVLW 0x05

    MOVWF 0x37

    MOVLW 0x02

    MOVWF 0x35

    CLRF 0x33

    CALL Label_003E

    MOVWF 0x4A

    BSF STATUS , RP0

    BSF TRISA , 00

    BCF STATUS , RP0

    MOVLW 0x0A

    MOVWF 0x20

    CLRF 0x21

    MOVLW 0x05

    MOVWF FSR

    MOVLW 0x02

    CALL Label_003F

    RETURN

Label_003D BSF STATUS , RP0

    BSF TRISA , 00

    BCF STATUS , RP0

    BSF PORTA , 01

    BSF STATUS , RP0
```

```
BCF TRISA ,01

BCF STATUS ,RP0

BCF PORTA ,00

BSF STATUS ,RP0

BCF TRISA ,00

BCF STATUS ,RP0

BCF PORTA ,01

BSF STATUS ,RP0

BCF TRISA ,01

BCF STATUS ,RP0

BSF PORTA ,01

BSF STATUS ,RP0

BCF TRISA ,01

BSF TRISA ,00

BCF STATUS ,RP0

BCF PORTA ,01

BSF STATUS ,RP0

BCF TRISA ,01

BCF STATUS ,RP0

MOVLW 0x05

MOVWF 0x36

MOVLW 0x01

MOVWF 0x34

MOVLW 0x05

MOVWF 0x37

MOVLW 0x02

MOVWF 0x35

MOVLW 0x01

MOVWF 0x33

MOVF 0x55 ,W

MOVWF 0x20

CLRF 0x21
```

```
CALL Label_0042

BSF STATUS , RP0

BSF TRISA , 00

BCF STATUS , RP0

MOVLW 0x0A

MOVWF 0x20

CLRF 0x21

MOVLW 0x05

MOVWF FSR

MOVLW 0x02

CALL Label_003F

RETURN

Label_0041 CLRF 0x4A

MOVLW 0x10

MOVWF 0x4B

Label_0043 MOVLW 0x01

SUBWF 0x4A , f

MOVLW 0x00

BTFS STATUS , C

ADDLW 0x01

SUBWF 0x4B , f

BTFS PORTA , 00

GOTO Label_0043

BTFS 0x4B , 03

GOTO Label_0043

RETURN

ORG 0x2000

DATA 0x0F

DATA 0x0F

DATA 0x0F

DATA 0x0F
```


ORG 0x2007

DATA 0x09

ORG 0x2100

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

DATA 0xFF

END